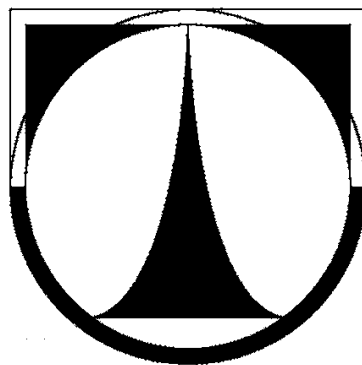


Technická univerzita v Liberci

Fakulta textilní



Bc. Marešová Jana

**VLASTNOSTI PŘÍZÍ VORTEX**  
**PROPERTIES OF VORTEX YARNS**

2009

VLOŽIT ZADÁNÍ

### P r o h l á š e n í

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval/a jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil/a autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním diplomové práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 30. května 2009

.....

Podpis

### **Poděkování**

Za pomoc a vedení při zpracování této diplomové práce, bych ráda poděkovala Doc. Dr. Ing. Daně Křemelákové, a Ing. Ivě Mertové a Ing. Martině Košátkové Huškové za odborné konzultace.

## ANOTACE

Cílem této diplomové práce, bylo poznat přízi vortex a porovnat její strukturu a vlastnosti s přízemi rotorovými. Rešeršní část se zabývala samotným principem předení této příze a jeho srovnání s ostatními spřádacími systémy. Zároveň se sledovaly vybrané procesní parametry spřádacího stroje, které nejvíce ovlivňují vlastnosti příze vortex. V experimentální části se proměřoval soubor devíti cívek vortex příze o jemnostech 16,5 tex, 20 tex, a 25 tex, které byly vyráběny při různých parametrech nastavení spřádacího stroje. U těchto přízí se zjišťovala pevnost, tažnost, tuhost v ohybu, odolnost v oděru, a pomocí optické analýzy se definovaly strukturální parametry vybrané příze. Veškerá data byla statisticky zpracována, zhodnocena a následně byl stanoven závěr.

### **Klíčová slova:**

Příze Vortex, vlastnosti, struktura, pevnost, tažnost, oděr, tuhost v ohybu,

## ANNOTATION

The aim of this thesis was to describe and investigate Vortex spun yarns and compare its structure and its features with open-end rotor spun yarn. The retrieval part was concerned with the principle of vortex spinning system and its comparison with another spinning system. The attention was also focused on some procedural characteristics of the spinning machine which affect the features of the Vortex yarn spun. The objective of the experimental part was to examine the properties of nine Vortex spun yarn bobbins of fineness: 16,5 tex, 20tex, 25tex, which were produced in respect of the different setups of the spinning machine. The strength, tenacity and elongation, blending resistance and abrasion was measured and in the optical analysis the structural characteristics of the spun yarn Vortex was defined. All the researched data were statistically executed, evaluated and concluded.

### **Key words:**

Vortex spun yarn, properties, structure, strength, tenacity and elongation, blending resistance, abrasion.

## Seznam použitých symbolů

A	deformační práce [J]
a	Phrixův koeficient zákrutu [ $\text{m}^{-1} \cdot \text{ktex}^{2/3}$ ]
D	obecná hodnota průměru příze [mm]
D <sub>S</sub>	substantční průměr příze [mm]
CO	bavlna
CV	kvadratická nestejnomyěrnost
CV <sub>ef</sub>	efektivní kvadratická nestejnomyěrnost
CV <sub>lim</sub>	limitní kvadratická nestejnomyěrnost
E	Youngův modul pružnosti v tahu, tlaku [N/m]
E <sub>p</sub>	Youngův modul příze [N/mm]
E <sub>t</sub>	tangentový modul pružnosti [ $\text{Ntex}^{-1}$ ]
F	ultimativní síla do přetrhu [N]
F <sub>p</sub>	relativní pevnost příze [N]
fp	poměrná pevnost [N/tex]
I	moment setrvačnosti [ $\text{kgm}^2$ ]
L	celková poměrná délka [m]
l	konečná délka po natažení [mm]
l <sub>o</sub>	počáteční délka [mm]
Δl	absolutní deformace [mm]
l <sub>p</sub>	délka úseku příze [mm]
M(x)	ohybový moment [N/m]
m <sub>p</sub>	hmotnost úseku příze délky l <sub>p</sub> [g]
m <sub>i</sub>	hmotnost i –té komponenty [g]
$\overline{m}$	průměrná hmotnost [g]
MVS	murata vortex spinning
MJS	murata jet spinning
n <sub>vřetene</sub>	otáčky vřetene [ $\text{min}^{-1}$ ]
n	počet vláken
p	hmotnostní podíl [%]
p <sub>i</sub>	hmotnostní podíl i-té komponenty v délkové textili
PAD	polyamid

PES	polyester
PUR	polypropylen
r	obecný poloměr příze [mm]
S	substanční průřez příze [mm <sup>2</sup> ]
T	jemnost příze [tex]
T <sub>vi</sub>	délková hmotnost vláken i –té komponenty [dtex]
U	lineární hmotná nestejnoměrnost [%]
U <sub>lim</sub>	limitní hmotná nestejnoměrnost [%]
U <sub>ef</sub>	efektní lineární hmotná nestejnoměrnost [%]
t	jemnost vláken [tex]
v	rychlost [m/min]
v <sub>di</sub>	variační koeficient průměru vláken d i-té komponenty [%]
VS	viskóza
WO	vlna
Z	zákrut příze [m <sup>-1</sup> ]
$\alpha$	Koechlinův koeficient zákrutu [m <sup>-1</sup> ktex <sup>1/2</sup> ]
$\beta_D$	úhel stoupání šroubovice povrchového vlákna příze [rad]
$\varepsilon$	relativní deformace [%]
$\varepsilon_p$	tažnost příze [%]
$\kappa$	intenzita zákrutu [-]
$\mu$	obecná hodnota zaplnění příze [-]
$\tau$	poměrná jemnost příze [-]
$\rho$	hustota [kg/m <sup>3</sup> ]
$\sigma$	napětí [Pa]

# OBSAH

## ÚVOD

<b>1. ŘEŠERŽE</b>	<b>11</b>
1.1. TVORBA PŘÍZE	11
1.2. VLASTNOSTI PŘÍZÍ	12
1.2.1 Geometrické vlastnosti přízí	12
1.2.1.1 Jemnost, průměr, zaplnění	13
1.2.1.2. Zákrut	14
1.2.1.3 Hmotná nestejnomyšnost	15
1.2.1.4 Chlupatost	17
1.2.2 Mechanické vlastnosti přízí	18
1.2.2.1 Tahové vlastnosti	18
1.2.2.2 Oděr	21
1.2.2.2 Tuhost v ohybu	21
1.2.3 Vlastnosti příze Vortex	22
1.3. STRUKTURA PŘÍZÍ	23
1.3.1 Struktura přízí jednotlivých spřádacích systémů	25
1.3.2 Struktura příze Vortex	26
1.4. POROVNÁNÍ VLASTNOSTÍ JEDNOLIVÝCH TYPŮ PŘÍZÍ	28
1.5. SPŘÁDACÍ METODY	29
1.5.1 Murata air-jet spřádací systém	30
1.5.2 Murata vortex spřádací systém	32
1.5.2.1 Princip vortex spřádání	34
1.5.2.2 Spřádací jednotka Murata vortex	36
1.6. POROVNÁNÍ MVJ A MJS PŘÍZE	38
1.7. POROVNÁNÍ SPŘÁDACÍCH PARAMETRŮ U VYBRANÝCH SYSTÉMŮ	39
1.8. VLIV PROCESNÍCH PARAMETRŮ NA STRUKTURU A VLASTNOSTI VOTEX PŘÍZE	41
1.8.1.Vliv velikosti vřetene na parametry příze	42
1.8.2 Diskuse	43
1.9 PROJEV VLASTNOSTÍ PŘÍZE VORTEX VE TKANINÁCH	44



<b>2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST</b>	<b>45</b>
2.1. Strukturální parametry	46
2.2. Pevnost	51
2.3 Odolnost příze v oděru	55
2.4. Tuhost v ohybu	59
 <b>3. ZÁVĚR</b>	 <b>62</b>
PŘEHLED POUŽITÉ LITERARURY	
PŘÍLOHY	

## ÚVOD

Vlastnosti vypřádané příze jsou nejvíce ovlivněny vlastnostmi vláken a strukturou příze. Strukturu příze určuje v první řadě proces předení. Faktem zůstává, že každý spřádací proces produkuje odlišnou strukturu příze.

Důsledkem změny životního stylu se zvyšují požadavky na očekávané vlastnosti textilních produktů. Spřádací technologie uvedené na textilním trhu, jsou tak nuceni nabízet přízi s lepší kvalitou. Ovšem zlepšení kvality příze lze dosáhnout pouze při vyšší výrobní ceně. Dalším překážkou je, že atributy kvality jsou rozdílné v závislosti na požadavcích koncových uživatelů.

Mezi současnými spřádacími technologiemi má vortex spřádání v porovnání s ostatními systémy jasné výhody ve velmi vysoké spřádací a dodávací rychlosti. Tyto ekonomické výhody jsou spojené s dodávkou akceptovatelné kvalitní příze vhodné pro další výrobní operace. Vortex spřádání je technologie, která při spřádání příze využívá proudu „víru“ vzduchu. Tím vlákna vytvoří unikátní strukturu příze s širším stupněm funkčnosti. Tato technologie, kterou úspěšně implementovala firma Murtec, tak nabízí dobrou a kvalitní přízi za nízkou cenu, čímž otevřela novou vlnu ve světové módě.

# 1. REŠERŠE

## 1.1 TVORBA PŘÍZE

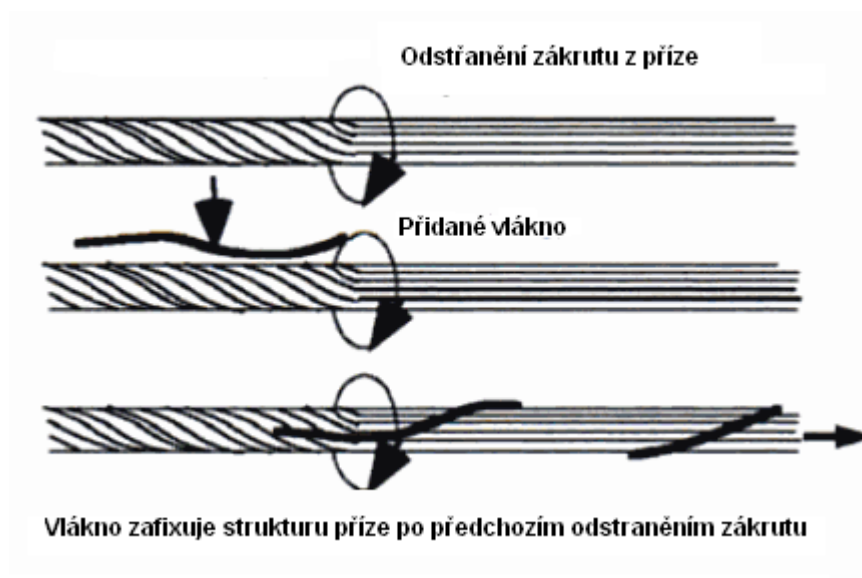
Vláknenný produkt je nutno během technologického procesu spřádání zpevňovat. To může být docíleno buď pomocí adhesiv, nebo vkládáním zákrutů (trvalým zákrutem, nepravým, zaoblováním). Použitím určitého způsobu zpevňování závisí na požadovaném stupni zpevnění, vlastnostech vláknenného materiálu a jemnosti vláknenného produktu.. Metoda vkládání zákrutů je prozatím nejvíce praktikovanou cestou vytváření příze ze staplových vláken. Zákrut přetváří vláknenný svazek krouticím momentem Zákrut zvyšuje třecí sílu mezi vlákny a zabraňuje vzájemného prokluzu vláken vytvořením radiální síly směřující do středu příze.

Do úvahy mohou být brány dva koncepty o definování zákrutu: trvalý a nepravý zákrut.

Literatura [20] uvádí, že **trvalým zákrutem** rozumíme zakroucení vláken ve směru šroubovice kolem osy vláknenného produktu. (přástu nebo příze). Trvalý zákrut je výsledkem sevření jednoho konce svazku paralelních vláken a vkládání krouticího momentu do druhého konce. Následkem toho jsou vlákna uspořádána ve šroubovici. Z hlediska směru rozlišujeme pravý a levý (šroubovice sleduje směr střední části písmene S, resp. Z). Podmínkou vzniku trvalého zákrutu mezi dvěma sevřenými místy je, že rotuje kolem osy vláknenného produktu buďto přiváděcí nebo odváděcí (navíjecí) orgán, popř. aby spolu s vlastním zákrutovým orgánem rotovalo buď přiváděcí nebo odváděcí ústrojí kolmo k podélné ose vláknenného produktu.

**Nepravým zákrutem** rozumíme postupné zakrucování v obou směrech. Tyto zákruty opačného směru se ruší, tudíž nevzniká zakroucení s charakterem trvalého zákrutu jak je uvedeno na obr. (1). Účelem nepravého zákrutu je zpevnění vláknenného produktu prostřednictvím sblížení a zhuštění vláken, aby se mohla lépe uplatnit mezivláknenná soudržnost.

Tento princip byl v budoucnu modifikován a vylepšen velkým počtem výrobců spřádacích strojů mezi které patří: Du Pond Rotofil, Toray Engineering Ltd, Toyota Automatic Loom Works Ltd., Howa Machinery Co Ltd, Suessen a Murata Machinery Ltd. Přičemž pouze Murata dosáhl skutečného komerčního úspěchu se systémem MJS.



Obr. 1 Princip nepravého zákrutu (převzato [24])

## 1. 2. VLASTNOSTI PŘÍZÍ

### 1. 2. 1 GEOMETRICKÉ VLASTNOSTI PŘÍZÍ

Vlastnosti přízí, které mají být na optimální úrovni (například pevnost, pružnost, jemnost a další) jsou závislé na druhu a jakosti výchozího vlákenného materiálu. Projevují se i při následujícím zpracování příze a ovlivňují jakost textilie. Vlastnosti příze jsou vždy vyhodnoceny jako pravděpodobné chování příze v následujících procesech.

Základní strukturální rysy společně určují charakteristiky příze, které jsou v praxi běžně měřitelné. Mezi ně patří především:

- jemnost
- zákrut
- pevnost
- hmotná nestejnoměrnost
- celistvost povrchu příze (chlupatost, pevnost v oděru....)

## 1. 2. 1. 1 Jemnost, průměr, zaplnění

K základním vlastnostem materiálu tvořící příze patří měrná hmotnost  $\rho$  jemnost  $t$  vláken. K veličinám popisující přízi patří jemnost  $T$  příze, zákrut  $Z$  a také průměr  $D$  příze.

**Jemnost  $T$**  příze je definována v [16] jako podíl hmotnosti úseku příze  $m_p$  ku jeho délce  $l_p$  a lze ji též vyjádřit jako součin hustoty vláken  $\rho$  a součtové plochy všech vlákených řezů v průřezu příze, která se označuje jako **substanční průřez**.

$$T = m_p / l_p = S\rho \quad (1.2.1.)$$

Pokud by vlákna byla stlačena do homogenního válce, měla by příze průměr

$$D_s = \sqrt{4S / \pi} = \sqrt{4T / (\pi\rho)} \quad (1.2.2)$$

nazývaný jako **průměr substanční** [1].

Jemnost příze lze také vyjádřit tzv. **poměrnou jemností** jako vztah k jemnosti užitných vláken:

$$\tau = T / t \quad (1.2.3.)$$

Mezi vlákny se vyskytují vzduchové mezery, hustota stěsnání vláken po průřezu není rovnoměrná. Proto se zavádí **průměr příze  $D$**  jako průměr nejmenšího myšleného válce v němž je soustředěná veškerá hmota příze, nebo její podstatná část.

Podílem plochy vláken v příčném řezu příze ku celkové ploše příčného řezu lze určit **zaplnění příze**. Neboli jako podíl vláken ku celkovému objemu vlákeného útvaru [16].

.

$$\tilde{\mu} = D_s^2 / D^2 = 4S / (\pi D^2) = 4T / (\pi D^2 \rho) \quad (1.2.4)$$

Mezi průměrem  $D$  a substančním průměrem  $D_s$  platí relace  $D_s < D$ .

## 1. 2. 1. 2 Zákrut

Zákrut příze  $Z$  je počet ovinů vztažených na jednotkovou délku příze. Zákrut příze souvisí s jemností příze, průměrem příze a zaplněním. Se zvyšujícím se zákrutem jsou vlákna více stlačována, zaplnění roste a průměr se zmenšuje.

Zákrut příze je vázán na způsob výroby příze a lze na něj pohlížet buď z hlediska tvorby, nebo struktury. Jak uvádí [13]: exaktní popis struktury příze z hlediska uspořádání vláken je velmi složitý, proto se často užívá šroubovicový model příze:

- příze tvoří válec o průměru  $d$ , osy vláken tvoří soustavu souosých šroubovic na obecných poloměrech  $r$  ( $0 < d/2$ )
- vlákna jsou válcová a jejich průřez je kruh o poloměru  $D_e$  a ploše  $S$
- výška stoupání šroubovice  $h$  je rovna  $1/Z$
- mezi úhlem **stoupání šroubovice**  $\beta$  obecného vlákna a zákrutem  $Z$  platí vztah:

$$\operatorname{tg} \beta = 2\pi r Z \quad (1.2.5)$$

**Intenzita zákrutu**  $\kappa$  je tangentou úhlu  $\beta_d$  stoupání šroubovice povrchového vlákna v přízi, které se nachází na poloměru  $d$  a je dána vztahem:

$$\kappa = \operatorname{tg} \beta_d = \pi d Z \quad (1.2.6)$$

Pro vyjádření **koeficientu zákrutu**  $\alpha$  neboli zákrutové míry se vychází z předpokladu ze výška jednoho ovinu vlákna je výškou šroubovice a stoupání šroubovice je vždy stejné.

Dle [12] Pro příze hrubé, jejíž jemnost je větší jak 10 tex se využívá vztah **Koechlinův**:

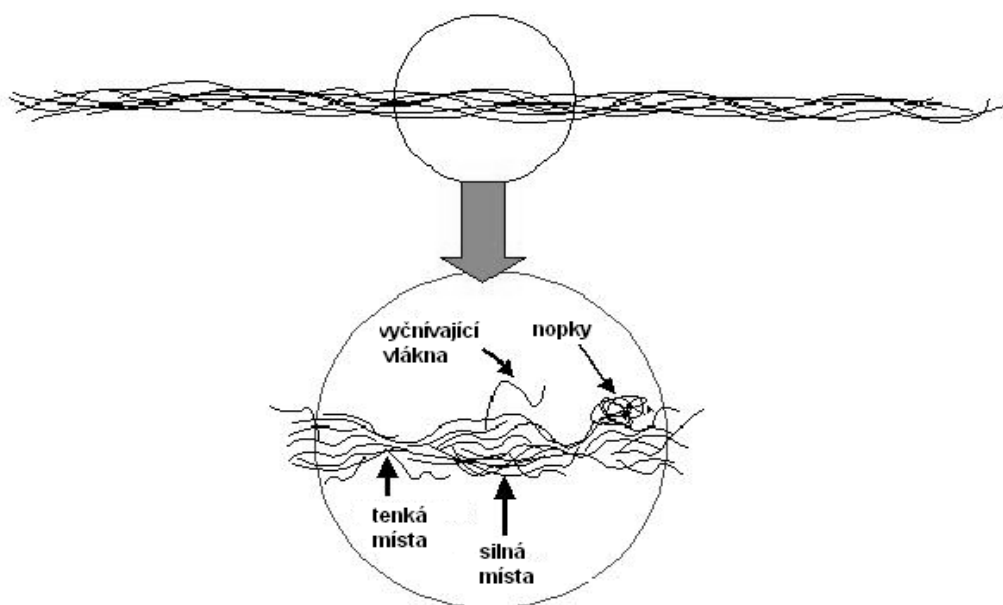
$$\alpha = Z T^{1/2} = \kappa \sqrt{\mu \rho} / \sqrt{4\pi} \quad (1.2.7)$$

Pro příze jejíž jemnost je menší než 10 tex je tento vztah modifikován **Phrixem**:

$$a = Z T^{2/3} = \alpha T^{1/6} \quad (1.2.8)$$

### 1. 2. 1. 3 Hmotná nestejnoměrnost příze

Hmotná nestejnoměrnost je jedním z velmi sledovaných parametrů kvality délkových textilií (přízí, nití, pramenů, přástů, atd.). Hmotná nestejnoměrnost přízí a nití totiž ovlivňuje řadu jejich dalších vlastností, jako např. délkovou hmotnost, zákruty, pevnost, atd. V plošné textilii se hmotná nestejnoměrnost projevuje negativně různými efekty, jako je tzv. „moiré“ efekt, pruhovitost, atp [12]. Hmotná nestejnoměrnost se na přízi projevuje ve formě vyčnívajících vláken, tenkých a silných míst a nopků viz (obr.16).



Obr. 16: Vady v přízi (převzato [8])

Hlavním parametrem používaným pro určení hmotné nestejnoměrnosti příze je variační koeficient udávaný v procentech.

Hmotná nestejnoměrnost je definována jako **lineární hmotná nestejnoměrnost** [12]

$$U = \frac{10^2}{m} * \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p |m_i - \bar{m}| \quad [\%] \quad (1.2.9)$$

A **kvadratická nestejnoměrnost** vycházející z rozptylu z

$$CV = \frac{10^2}{m} \sqrt{\left[ \frac{1}{p-1} \sum_{i=1}^p (m_i - \bar{m})^2 \right]} \quad [\%] \quad (1.2.10)$$

Podle délky úseků, na které je délková textilie při měření rozdělena, můžou být popsány hmotnou nestejnoměrností na krátkých úsecích a hmotnou nestejnoměrností na

dlouhých úsecích. Pro stanovení hmotné nestejnoměrnosti se využívá metoda diskretní (délková textilie se rozdělí na stejně dlouhé úseky, které se zváží) a metoda kontinuální (vyžívající změny kapacity kondenzátoru). Nejznámější a v současné době nejpoužívanější metoda využívající změny kapacity kondenzátoru byla nejvíce rozpracována firmou ZELLWEGER USTER. Princip je založen na nepřímém měření kolísání hmotnosti délkové textilie, která prochází mezi deskami kondenzátoru. Výstupní signály jsou elektronicky zpracovány a poskytují údaje o lineární a kvadratické nestejnoměrnosti, o počtu vad, chlupatosti a jemnosti délkové textilie, grafický údaj o kolísání relativní hmotnosti a spektrogram – graf jehož výsledkem je načítání periodických výchylek hmotné nestejnoměrnosti do tříd s délkou periody  $\lambda$ .

Při měření na aparatuře Zellweger Uster se proměřuje značná délka příze a původní vztahy pro nestejnoměrnost pak přecházejí na tvary pro lineární nestejnoměrnost

$$U = \frac{10^2}{m} \frac{1}{L} \int_0^L |m(l) - \bar{m}| dl \quad [\%] \quad (1.2.11)$$

a pro kvadratickou nestejnoměrnost

$$CV = \frac{10^2}{m} \sqrt{\frac{1}{L} \int_0^L (m(l) - \bar{m})^2 dl} \quad [\%] \quad (1.2.12)$$

Při stanovení CV se přitom předpokládá, že kolísání hmotné nestejnoměrnosti se řídí normálním rozdělením. Z tohoto předpokladu pak lze určit:

$$\frac{CV}{U} = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \quad (1.2.13) \quad \Rightarrow \quad CV \approx 1,25 * U \quad (1.2.14)$$

Protože nelze vytvořit délkovou textili s nulovou hmotnou nestejnoměrností, lze stanovit mezní nestejnoměrnost tzv. **nestejnoměrnost limitní**. Tato nestejnoměrnost je závislá na stejnoměrnosti tloušťky a délky vláken a lze ji jednoduše definovat jako

$$CV_{\text{lim}} \approx \frac{100}{\sqrt{n}} \quad [\%] \quad (1.2.15) \quad \text{kde} \quad n = \frac{T_{\text{přířez}}}{t_{\text{vláken}}} \quad (1.2.16)$$



po vyjádření:

$$CV_{\lim} = 2,8 \sqrt{\left[ \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n (1 + 0,0004 * v_{di}^2) * T_{vi} * p_i \right]} [\%] \quad (1.2.17)$$

$$U_{\lim} = 3,5 \sqrt{\left[ \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n (1 + 0,0004 * v_{di}^2) * T_{vi} * p_i \right]} [\%] \quad (1.2.18)$$

kde  $v_{di}$  je variační koeficient průměru vláken a  $p_i$  je hmotnostní podíl i-té komponenty v délkové textilií.

Pomocí poměru limitní nestejnoměrností  $U_{\lim} [\%]$  a  $CV_{\lim} [\%]$  a naměřených tzv. efektních nestejnoměrností lze vypočítat **index nestejnoměrnosti** [26].

$$I = \frac{U_{ef}}{U_{\lim}} = \frac{CV_{ef}}{CV_{\lim}} [1] \quad (1.2.19)$$

## 1. 2. 1. 4 Chlupatost

Chlupatost může být především definována jako stupeň množství vláken vystupujících z těla příze. V současné době se mohou využívat dvě metody měření chlupatosti příze.

- I. počítáním množství vláken
- II. délková metoda.

V první metodě jsou počítána vlákna vystupující z těla příze pomocí zobrazení stínu vlákna na fototransistor. [8] uvádí, že tuto metodu využívá především firma Zweigle pro měření chlupatosti, kde hodnota chlupatosti je stanovena jako množství vystupujících vláken z těla příze. Přičemž jsou počítána pouze vlákna o délce od 1 do 25 mm. Je zřejmé, že na malých vzdálenostech od těla příze bude detekován větší počet vyčnívajících vláken.

Druhá metoda využívá homogenní paprsky paralelního světla. Tato metoda se využívá při měření nestejnoměrnosti u zařízení Uster Tester. Chlupatost je v tomto případě definována indexem H, který je definován jako celková délka (v cm) všech vyčnívajících vláken na nasnímané délce (1cm).

## 1. 2. 2 MECHANICKÉ VLASTNOSTI PŘÍZÍ

### 1. 2. 2. 1 Tahové vlastnosti

Pro popis mechanických vlastností je důležitý popis odolnosti v tahu (pevnosti) a deformační odezvy vláken (tažnosti). Pevnost příze je považována za jednu z hlavních kritérií charakterizující kvalitu příze. Žádné jiné vlastnosti se nevěnuje tolik pozornosti jako právě pevnosti příze. Mnoho studií zabývajících se pevností příze se soustředilo na vývoj modelů charakterizující pevnost jako funkci strukturálních parametrů a vlastností vláken. Tyto modely popisují vztah mezi pevností a zákrutem příze. V posledních letech zájem o modelování pevnosti příze s ohledem na důležité vlákenné znaky, zvýšil vývoj v testování vláken a zavedení nových spřádacích technologií.

Navzdory počtu studií o pevnosti příze dodnes neexistuje universální model, který může jasně předvídat mechanické chování staplových vláken v přízi pod tahovým zatížením.

Pevnost příze ovlivňuje jednak materiál vláken, tak i samotná struktura příze (jedním z důležitých faktorů je sklon vláken k ose příze). Při zatěžování se pak vlákna deformují, mění svou vzájemnou polohu a interakci.

Příze bývá nejčastěji namáhána vnějšími tahovými silami působícími ve směru její osy. Hovoří se tak o jednoosém tahovém namáhání. Působením tahových sil dochází k deformacím příze především k prodlužování její délky. Nejčastěji se pozoruje vztah mezi silou a deformací při konstantní rychlosti růstu zatížení nebo při konstantním prodloužení. Graf závislosti mezi působící tahovou silou a prodloužením příze se nazývá tahová (neboli pracovní) křivka (obr.15).

Dle [1] u přízí a nití tak jako u vláken používáme místo pojmu Youngův modul pružnosti pojem **počáteční tangentový modul  $E_P$** , který udává informace o tuhosti vláken. spojnice počátku s koncem tahové křivky (sekantový modul mezi body 0-A).

Bod P , kde tečna v počátku opouští tahovou křivku pak definujeme jako **mez pružnosti**. Modul pružnosti lze definovat vztahem:

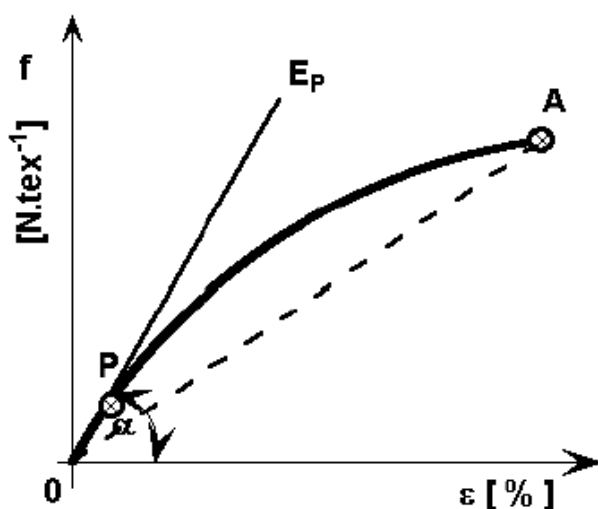
$$E_P = \frac{\sigma_P}{\varepsilon_P} = \frac{F_P * l}{S * \Delta l} [Pa] \quad (1.2.20)$$

resp. tangentovým modulem pružnosti:

$$E_T = \frac{f_p}{\varepsilon_p} [N.tex^{-1}] \quad (1.2.21)$$

Plocha pod křivkou je definována jako deformační práce:

$$A = \int_0^l F(l)^* dl [J] \quad (1.2.22)$$



Obr.15: Tahová křivka (převzato [12])

Experimentálně se tahové křivky stanovují trhačími přístroji – dynamometry [1]. Kde se **měření odezvy – síly** měřicím členem spojeným s jednou z čelistí dynamometru. Výsledkem je ukazatel pak

- ultimativní síly [N] - mezní síly zatěžování -. síly potřebné k přetržení vzorku
- ultimativní deformace [mm, %] - protažení, které odpovídá síle v okamžiku přetrhu
- ultimativního napětí (relativní síly) [N/tex] – tj. síla potřebná k přetržení vzorku přepočtená na plochu průřezu nitě (přepočítána na délkovou hmotnost [tex].
- ultimativní přetvárné práce - mezní práce do přetrhu [J]
- grafické znázornění průběhu závislosti síly [N] na deformaci [mm]

## Napětí

Pod pojmem napětí lze rozumět pevnost vzorku v tahu do destrukce – přetrhu jako poměr pevnosti a plochy průřezu vzorku. Protože plocha průřezu příze je obtížně stanovitelná, proto se dle [12] pro příze využívá tzv. **poměrná pevnost**  $f$  [ $\text{N.tex}^{-1}$ ], kde je přepočítaná absolutní síla  $F$  [N] na jemnost vzorku  $T$  [tex].

$$f = \frac{F[\text{N}]}{T[\text{tex}]} [\text{N.tex}^{-1}] \quad (1.2.23)$$

Abychom mohli přesně stanovit deformaci příze, vkládáme se před měřením pevnosti předběžnou sílu – **předpětí**, které je stanoveno normou [9].

## Deformace

Při natahování vzorku nitě dochází k jeho prodloužení, čili deformování. Absolutní deformaci vyjadřujeme v absolutních jednotkách jako  $\Delta l$  [mm].

Pro přepočet deformace používáme následující vztahy:

*Absolutní deformace*

$$\Delta l = l - l_o \quad (1.2.24)$$

$l_o$  je zvaná **upínací délka** → je normovaná, u přízí a nití je stanovena na 500 mm

*Relativní deformace*

$$\varepsilon = \frac{\Delta l[\text{mm}]}{l_o[\text{mm}]} = \frac{l - l_o}{l_o} \quad [1] \quad (1.2.25) \quad \text{popř.} \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l_o} * 10^2 \quad [\%] \quad (1.2.26)$$

Relativní deformaci do přetrhu zveme **tažnost** [%].

Deformační chování přízí je kritické pro určení mechanického chování textilií při různých deformačních modelech (ohyb, tah, smyk..). Pevná příze dělá pevnou textilii, a tuhá příze bude mít za následek vznik textilie s nízkými komfortními charakteristikami. Důležitá je optimální kombinace pevnosti a pružnosti, které může být dosaženo pomocí správné volby počtu zákrutů a rozumnou volbou vlastností vláknenného materiálu.

### 1. 2. 2. 2 Oděr

Oděr a žmolkování bývají častou příčinou ztráty užitných vlastností textilií. V praxi povrch příze charakterizují dva hlavní parametry: odolnost příze v oděru a chlupatost. Oděr lze definovat jako opotřebení materiálu třením oproti jinému povrchu. Princip měření odolnosti příze v oděru spočívá v paralelním umístění nití pod dopředu dané počáteční napětí. Tyto nitě jsou namáhány konstantní třecí silou pomocí tělesa s brusným povrchem pohybujícího se (nebo rotujícího) konstantní rychlostí, po dobu potřebnou k opotřebení nitě. Odolnost v oděru je pak obvykle vyjádřena počtem brousících cyklů (kmitů) potřebných k přetržení (destrukce) nitě.

Ovšem existuje mnoho faktorů ovlivňující oděr v závislosti na vysoké variabilitě přízí, množství vyčnívajících vláken z těla příze a s tím související chlupatost, druh příze, stupeň zákrutu, a v neposlední řadě i znečištění příze.

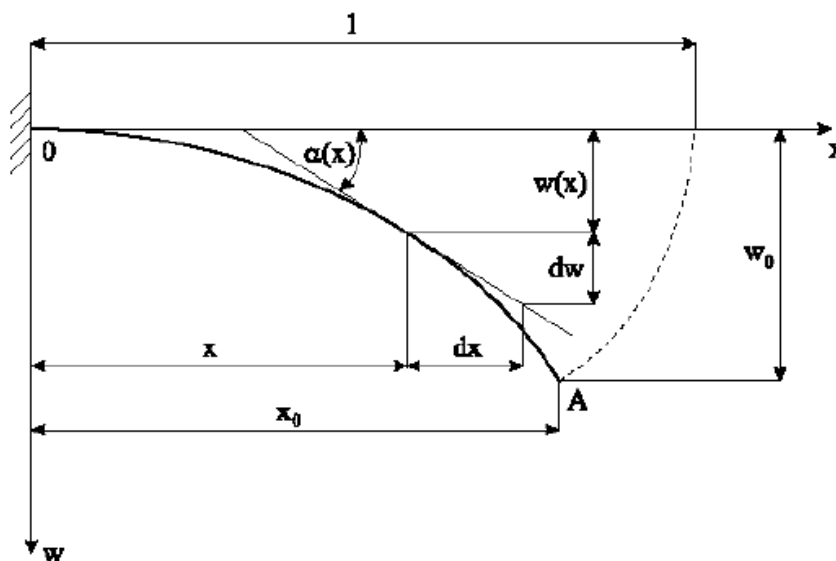
### 1. 2. 2. 3 Tuhost v ohybu

Tuhost v ohybu je odolnost textilie vůči ohýbání vlastní vahou i působením vnější síly. Nevýhodou je že může docházet ke ztrátě zákrutů příze během měření, což může vést k problémům a chybám při stanovení tuhosti v ohybu.

Při zjišťování ohybové tuhosti příze, se příze uvažuje jako vetknutý nosník, na který působí jeho vlastní hmotnost. Dle [17] se pak ohybové vlastnosti textilií se vyjadřují pomocí ohybové tuhosti  $EI$ , kde  $E$  je Youngův modul pružnosti v tahu nebo tlaku a  $I$  je moment setrvačnosti průřezu zkoumaného vzorku. Pro určení ohybové tuhosti  $EI$  je nutné aplikovat diferenciální rovnici ohybové čáry:

$$\frac{d^2 w}{dx^2} = -\frac{M(x)}{EI} \quad (1.2.27)$$

kde  $w$  charakterizuje posuv textilie kolmo na její počáteční polohu určenou osou  $x$ . Veličina  $M(x)$  je ohybový moment v obecném bodě textilie v původní poloze. diferenciální rovnice (1.2.27) se pro potřeby měření ohybu textilie upravuje dle interní normy [17].



Obr. Průhybová křivka příze

Tuhost textlie v ohybu lze pak určit stanovením polohy konce ohybové křivky souřadnicemi  $x_0$ ,  $w_0$  v bodě A a souřadnicí těžiště  $x_c$  této průhybové čáry vztahem:

$$EI = \frac{qlx_o^2x_c^2}{(2x_c + x_o)w_o} \quad (1.2.28)$$

### 1. 2. 3 VLASTNOSTI PŘÍZE VORTEX

Příze Vortex není tvořena a zpevňována klasickými zákrutý, nelze tedy pro stanovení geometrických vlastností příze použít standardní metody pro měření zákrutů rozkrucováním apod.

Při určování vlastností přízí Vortex, lze vycházet z faktu, že kolem jádra příze je ovinuta plochá stužka ve tvaru šroubovice. Při znalosti poloměru R příze je pak možné odhadnout hodnotu zákrutu na povrchu ze vztahu. Osa stužky tvoří šroubovici na válci o průměru D. Při stanovení počtu ovinů na jednotu délky lze stanovit zákrut Z, výška stoupání šroubovice je dána vztahem uvedený v kapitole 1.2.1.2. Při rozvinutí válce ve výšce jednoho ovinu vznikne obdélník, kde jednu stranu obdélníka tvoří výška stoupání šroubovice a druhou obvod tohoto válce. Zakrytí jádra je možno definovat jako podíl plochy zakryté stužkou ku celkové ploše obdélníka viz kapitole 1.2. 1. Tloušťka i profil stužky lze z důvodu zjednodušení zanedbat

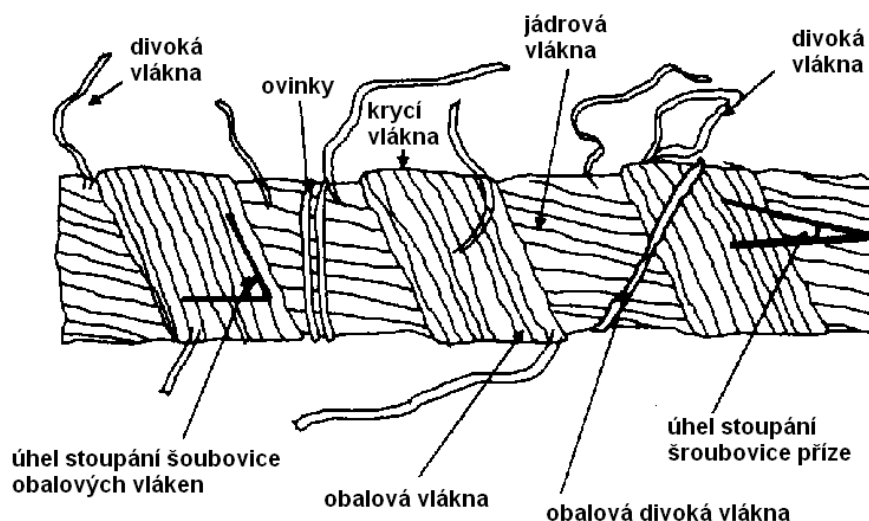
Z vnějšího pohledu je u vortex příze opticky zřejmé, že má větší počet otočení na délku, ačkoliv strukturálně tyto otáčky nezasahují do jádra příze. Použitím hodnot z rozteče stužky vláken, max. hodnoty šíře obalové stužky, délky stužky na jednu otáčku, může být stanovena obtáčecí plocha vytvořená vrstvou obalových vláken na jednu otáčku.

Na základě těchto znalostí lze pak snadněji definovat vlastnosti a chování příze v průběhu namáhání vnější silou (tlak, tah, ohyb).

### 1.3 STRUKTURA PŘÍZÍ

Porozumění strukturálních vlastností přízí pomáhá proniknout do smyslu chování příze jak během výroby, tak do chování konečného produktu. Sledování struktury příze lze pak vizuálně zhodnotit celkový vzhled příze a celistvost povrchu.

Strukturu příze lze sledovat přímými optickými metodami pomocí elektronových mikroskopů. Získané obrazy pak umožňují definovat různé typy vláken (obr.6). Všechny tyto typy vláken představují pouze vlákna lokalizovaná na povrchu příze v blízkosti jejího poloměru  $R$ .



Obr.6: různé typy vláken ve struktuře příze (převzato [4])

- Jádrové vlákna

přímá a paralelizovaná vlákna, která tvoří hlavní část příze. Orientace jádrových vláken ovlivňuje deformačním chování jednotlivých přízí.

- Divoká vlákna

vlákna která náhodně vystupují z hlavního těla příze v různých směrech. Smyčky formující se podél osy příze jsou také klasifikována jako divoká vlákna. Divoká vlákna nejsou přímo ovlivněna deformačním chováním příze, a jejich existence vytváří chlupatost příze.

- Obalová vlákna

vlákna obalující jádrová vlákna v určitém stupni sklonu vzhledem k centrální ose příze. Úhel šroubovice obalových vláken u vortex příze bývá ve stejném směru jako úhel šroubovice v prstencové a rotorové.

- Obalová divoká vlákna

Vlákna obtáčejí se okolo povrchových vláken ve směru opačném než u obalových vláken s určitým stupněm sklonu respektující centrální osu příze a s roztroušeným výskytem. Kvůli jejich neuspořádanému vzhledu nelze stanovit obvyklý úhel těchto obalových vláken.

- Ovinky

Vlákna obalující hlavní tělo příze, soustřeďující se na povrchu příze, ve směru kolmém na centrální osu příze. Jsou charakteristická pro rotorovou přízi.

V průběhu spřádacího systému je několik hlavních faktorů ovlivňující povrch příze. Je to především: průtahový mechanismus, zpevňovací mechanismus, a drsnost povrchu spřádacích mechanismů. Jak příze prochází finálními procesy (tkaní, pletení...) celistvost povrchu se stává velmi kritickým faktorem určující produkci a kvalitu příze a defekty vzniklé během procesu jsou velmi znatelné. Profil povrchu příze z velké části také ovlivňuje samotná kompaktnost vláken a jejich konečné uspořádání v přízi.

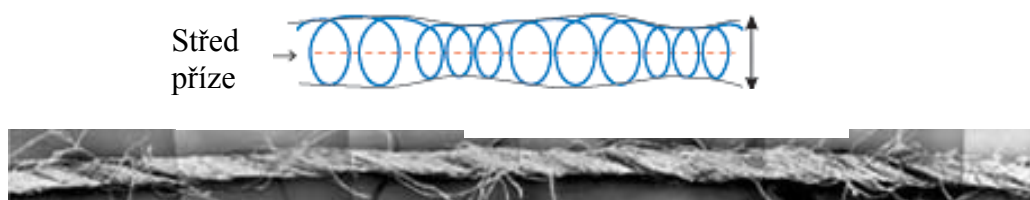


### 1. 3. 1 STRUKTURA PŘÍZÍ JEDNOTLIVÝCH SPŘÁDACÍCH SYSTÉMŮ

Aby bylo možné specifikovat strukturu jednotlivých typů příze, je nutné si uvědomit, že různé spřádací systémy produkují příze s různou strukturou uspořádání vláken:

#### Prstencové dopřádání

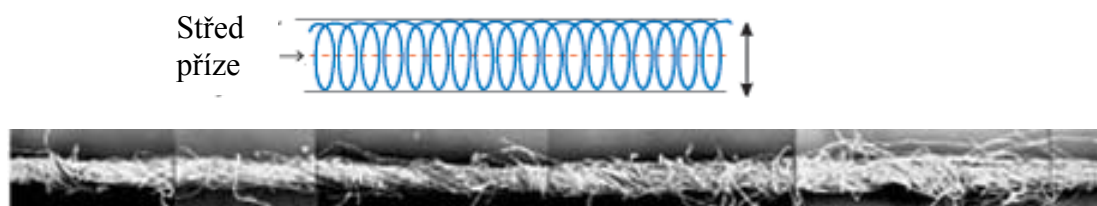
Vlákna vytvářejí trvalý zákrut viz (obr. 2). Neexistují oblasti bez zákrutu. Osa vlákna následuje šroubovitou trajektorii okolo osy příze. Zakroucení probíhá v určitých stupních, která jsou udělovány celistvě ze středu na povrch příze. Zákrut je koncentrován na tenčích místech, zatímco na tlustších místech se zákrut uvolňuje.



Obr. 10: Uspořádání vláken a mikroskopická struktura prstencové příze (převzato [10])

#### Rotorové dopřádání

Obsahuje tři vrstvy struktury: jádro hustě obaleno vlákny, obalová vlákna vytvářející trvalý zákrut a vlákna ovinuta okolo těla příze v jednom místě (charakteristická právě pro rotorovou přízi). Vlákna jsou přikrucována na volný konec příze a tvoří strukturu tzv. „kyselé zelí“ (obr. 3). Ovinky v rotorové přízi vznikají pokud vlákna na povrchu rotoru pod silným vzduchovým tlakem nejsou schopné se smísit se zakrucovanou stužkou vláken. Vláknem tak jedním koncem zasáhne zakrucující se raménko a druhým koncem uvolněný prostor na vnitřní straně rotoru, čímž dojde k navíjení vlákna na tělo raménka. Tímto navíjením vzniká šroubovice opačného směru než má zákrut příze. Ovinky mohou mít různou délku a tvoří je jedno či více vláken.



Obr. 3: Uspořádání vláken a mikroskopická struktura rotorové příze (převzato [10])

### Tryskové dopřádání

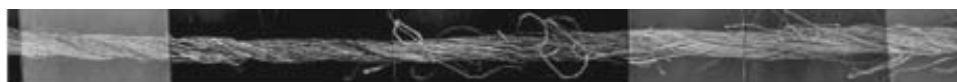
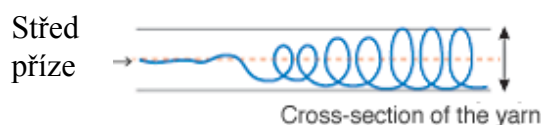
Struktura je tvořena jádrem, které je bez zákrutu, resp. obdrží zákrut nepravý a obalové vrstvy, která je k jádru přikrucována zákrutem trvalým. Střed příze je tvořen paralelizovanými vlákny fixovanými obalovými vlákny na povrchu příze.



Obr.4: Uspořádání vláken a mikroskopická struktura J-vortex příze (převzato [10])

### Vortex dopřádání

Jedná se svazkovou přízi s jádrem tvořeným nezakroucenými vlákny, přičemž soudržnost příze je zajištěna pláštěm tvořeným vlákny zakroucenými. (obr.5). Směrem ke středu příze se zakroucení uvolňuje, přestože vnější strana příze zůstává plně zakroucena.



Obr. 5: Uspořádání vláken a mikroskopická struktura vortex příze (převzato[10])

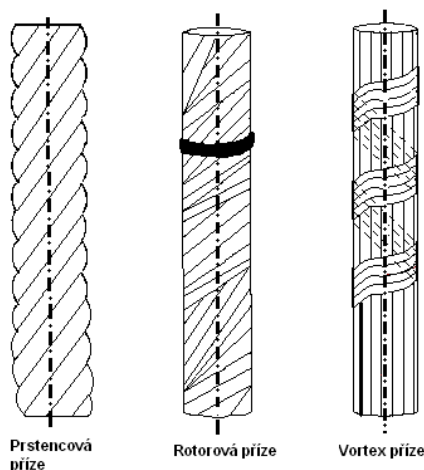
## 1.3.2 STRUKTURA PŘÍZE VORTEX

Struktura vortex příze je tvořena dvěma částmi: jádrem a obalovou vrstvou. Ty mohou být odhaleny po ručním rozkroucení příze. Ke zkoumání vzhledu příze lze využít optických metod pro sledování mikroskopický podélných pohledů popř. příčných řezů, Z podélných pohledů lze definovat jak délku stužky v povrchových vrstvách příze tak stoupání šroubovice obalové vrstvy. Pro popsání struktury příze lze využít i metod příčných, popř. šikmých řezů, kterými lze určit průměr příze, uložení vláken v průřezu a velikost mezivláknenných prostorů tj. míra stlačení vláken. Pomocí šikmých řezů, lze pak odhadnout sklon a uspořádání vláken v přízi. Ovšem nejlepší cesta pro studii vnitřní

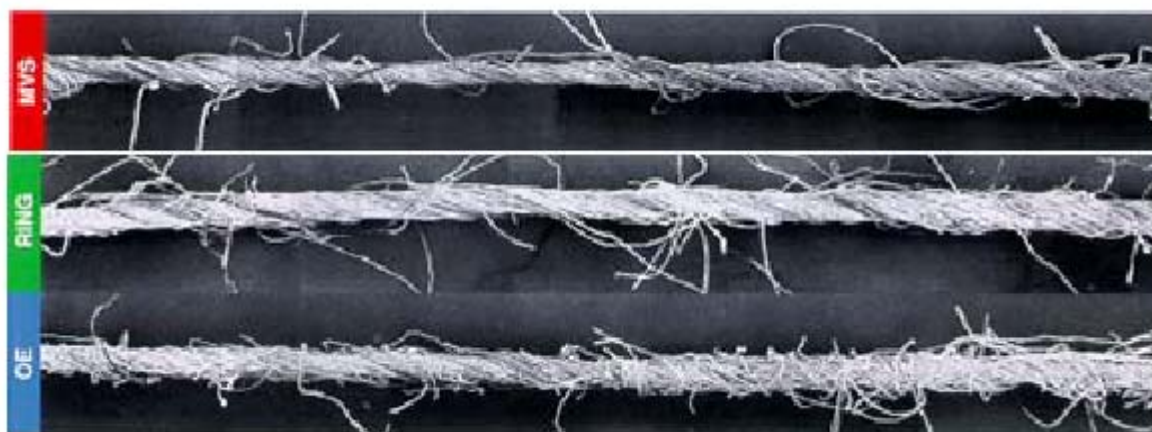
struktury příze Vortex by mohla vést definováním migračních charakteristik metodou značení vláken.

Při porovnání podélných pohledů struktury příze prstencové a příze Vortex se přízí rotorové, zjistíme, že je její struktura je složitě identifikovatelné z důvodu jejich nejednotného vzhledu. V prstencové přízi jsou jádrová vlákna kompletně uložena ve šroubovici přízi. Obrázek (7) ukazuje idealizovaný povrch struktury přízí prstencové, rotorové, a vortex příze, který se zakládá na vizuální analýze. Obalová vlákna se v této struktuře nevyskytují. U příze Vortex je naopak velký podíl obalových vláken. Nápadným znakem vortex struktury je určitá periodičita obalových vláken podél osy příze. Jádrová vlákna jsou ovinuta obalovými vlákny, které tvoří převážnou část struktury příze Vortex. Dalším významným znakem je absence zákrutů jádrových přízí. Většina divokých vláken pochází spíše z vláken obalových než-li jádrových. Vlákná ve formě smyčky formované podél osy vortex příze jsou kategorizována jako vlákna divoká.

Všechny uváděné typy vláken v kapitole 1.3 lze nalézt ve struktuře příze Vortex, třebaže vznik ovinků se v této struktuře nevyskytuje. Ovinky lze pozorovat pouze u rotorové příze.



Obr. 7: Idealizovaný povrch příze prstencové, rotorové a vortex



Obr. 10: Struktura příze tryskové, prstencové, rotorové (převzato [4])

## 1.4 POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH TYPŮ PŘÍZÍ

Pro lepší porozumění základních rozdílů mezi přízemi prstencovými, rotorovými a vortex je třeba zkoumat jejich vlastnosti a strukturu. Obrázek (10) ukazuje vortex přízi v porovnání s přízí rotorovou a prstencovou.

Dá se říci, že obalová vlákna příze Vortex jsou podobně uspořádána, jako vlákna příze prstencové. Rovnoměrnost uspořádání těchto obalových vláken vytváří v přízi Vortex velmi nízkou chlupatost v porovnání s ostatními přízemi. Strukturální rozdíly jednotlivých přízí, dané vlastním mechanismem formování, různě ovlivňují hodnoty tažnosti, pružnosti, a ohybové tuhosti.

Studie [4] uvádí, že hodnota pevnosti prstencové příze je vyšší než u přízí rotorových a vortex.. Důvod nižší tažnosti struktury rotorové příze je způsoben nedostatkem paralelizovaných vláken, nerovnoměrně rozložených v přízi. V porovnání se strukturou vortex příze, jsou zakroucená jádrová vlákna prstencové příze protikladem nezakrouceného jádra příze vortex.. Tato základní prstencová struktura má ve srovnání s vortex přízí větší význam z hlediska vyšší pevnosti. Na druhou stranu má příze vortex vysokou tažnost a vyšší odolnost v tlaku, což může částečně vysvětlovat její objemnost.

Rotorové příze jsou obvykle objemnější než rovnocenné prstencové příze. Celkově ze všech tří typů příze je vortex příze nejobemnější, jak také vyplynulo z měření studie [4]. Což může být způsobené existencí volných obalových vláken formované proudem vzduchu bez napětí.

Při porovnávání výsledků studie [4], bylo zjištěno, že při porovnání hodnot stejnoměrnosti všech vyprádaných typů bavlněných přízí nebyl nalezen významný

rozdíl. Hodnoty měření chlupatosti do 1mm pro přízi Vortex byly podobná jako u rotorové příze ale nižší než u prstencové příze. Hodnoty chlupatosti do 3 mm, byly u příze Vortex mnohem nižší než to bylo u obou dvou typů přízí. Důvod nižší chlupatosti vortex příze je dána vrstvou obalových vláken, které zabrání vláknům vyčnívat z hlavního těla příze a vytvářet divoké smyčky vláken podél osy příze.

## 1.5 SPŘÁDACÍ METODY

Existují v zásadě dva způsoby tvorby zákrutu, které dělíme na ústrojí klasická (konvenční) a nekonvenční.

### A) Konvenční způsob předení

**Prstencové předení** je kontinuální spřádací systém, který vkládá zákruty do příze pomocí otáčením běžce. Tvoření zákrutů v přízi a navíjení dochází současně pomocí otáčení vřetene. Podávací ústrojí je tvořeno párem válečků. Krutné a odváděcí ústrojí je ve formě prstencového vřetena, nebo křídlového vřetena. Přestože má prstencové předení nízkou produktivitu, je obecně brána jako základní struktura ve spřádacích technologiích.

### B) Nekonvenční způsob předení

Hlavním rozdílem toho způsobu spřádání je oddělené vlastní zakrucovací a navíjecí ústrojí.

**Bezvřetenové předení** se používá zejména systém předení s volným koncem (volná vlákna se přikrucují na volný konec příze) popř. částečně volným koncem (volná vlákna ovíjejí stužku vláken). Přiváděcí a odváděcí orgán nerotují kolem osy vlákenného produktu, ale v oblasti mezi podávacím a krutným ústrojím se realizuje ojednocení vláken. Jedná se především o dopřádací systémy:

- *Rotorové* kde jsou oddělená vlákna soustředěována v drážce rotoru a převedena do plynulé stužky vláken pomocí snímače.
- *Frikční (Dref2)* kde je příze tvořena pomocí dvojice perforovaných bubnů.
- *Předení ve víru a elektrostatické předení*
- *Tryskové (Dref 3, Murata Air Jet, Murata Vortex)* Jde o tzv. předení s částečně volným koncem, kde příze je tvořena ze dvou vrstev – jádra, které je bez

zákrutu, resp. obdrží zákrut nepravý a obalové vrstvy, která je k jádru přikrucována zákrutem trvalým.

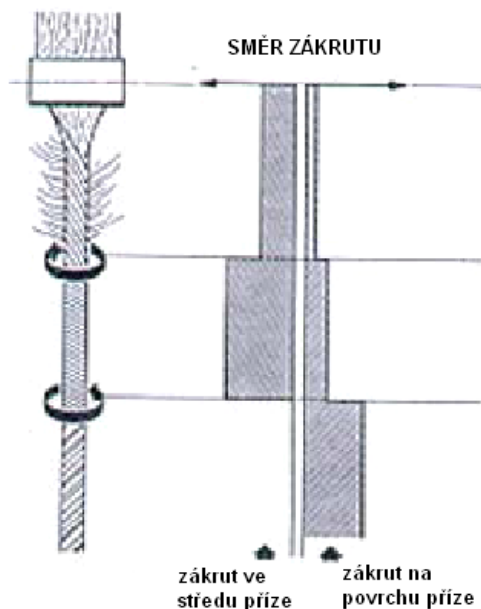
Kromě toho existují ještě spřádací systémy Parafil (předení pomocí dutého vřetene), Rotofil nebo Sirospun (tvorba dvojmoskané příze) či Repco(samotkaná příze), které mají specifický způsob tvorby příze.

### **1. 5. 1 MURATA AIR-JET SPŘÁDACÍ SYSTÉM**

Spřádací stroj Murata Jet MJS 801 byl uveden firmou Murata na ATME'82. V době kdy byl MJS systém uvedený, byla jeho dodávací rychlost 160 m/min, desetkrát rychlejší než u prstencového spřádání [15]. Kromě toho je tento systém schopný spřádat jemnější příze než je u rotorového systému. Na základě těchto výhod MJS 801 systém získal rychle komerční úspěch ve spřádání čistých syntetických vláken, směsí ze syntetických vláken, nebo směsí ze syntetických vláken a bavlny. Nicméně tento systém není vhodný pro vlákna z čisté bavlny nebo směsí bavlněných vláken. Jediná cesta ke zpracování 100 % bavlněných vláken je v použití česané formy, ale výsledná příze má stále nižší pevnost v porovnání s přízí prstencovou. Nedostatky tohoto systému jsou vysoké energetické náklady spojené s vysokou spotřebou stlačeného vzduchu ve dvou tryskách, a obtížné získávání pravidelného vinutí obalových vláken, v případě že se vzdálenost vláken zvyšuje dochází k „balónovému“ efektu během spřádání.

Tento systém obsahuje tři linie protahovacích válečků a dvě páry trysek. Dle [15] systém může využívat dvě trysky se stejným směrem (dual jet) nebo dvě proti rotující trysky (twin jet) . Systém twin jet nabízí řešení z hlediska lepší kontroly obalových vláken. Pramen prochází přes protahovací zařízení, opouští zachytnou oblast a pokračuje do vzduchové trysky umístěné za protahovacím zařízením. Druhá tryska uděluje falešný zákrut do vlákenného svazku, odtud pak putuje zpět do předních válečků průtažného zařízení (obr. 9). První tryska, která vytváří proud vzduchu opačného směru se slabší intenzitou než druhá tryska, nemůže ovlivnit jádrová vlákna ale chrání konce vláken ve spřádacím trojúhelníku proti rozkroucení až do doby než budou obalová vlákna ovinuta okolo jádrových vláken. Proto pouze část jádra tvořící hlavní vrstvu vlákenného svazku, prochází skrz druhou trysku v plně zatočené formě. Když vlákenný svazek vystupuje z druhé trysky, jádrové vlákna již nevykazují žádný

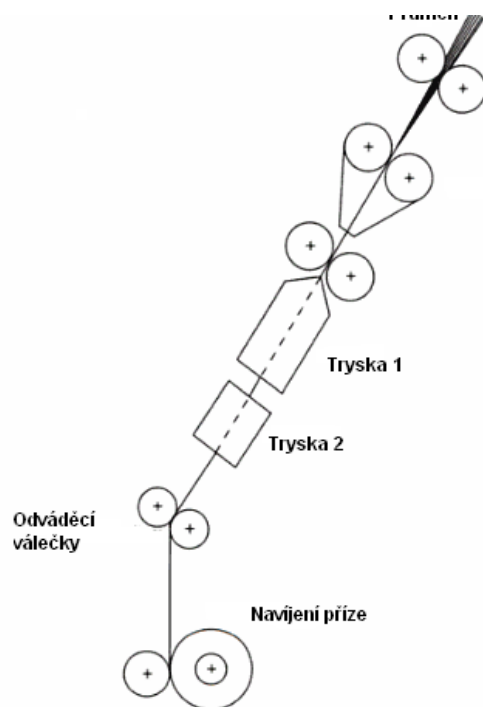
zákrut. Jsou uspořádána v paralelní formě. Přičemž konce vláken získaly zákrut v opačném směru než je zákrut a obalení okolo paralelních jádrových přízí. Princip tohoto systému uvedený na obrázku (8) , ukazuje rozdělení zákrutů během formování příze.



Obr. 8 Rozložení zákrutů v průběhu vytváření příze (převzato[7])

Jak uvádí [7] v 80.letech Murata představila novou verzi tohoto systému: MJS 802 obsahující 4-linie průtahových válečků a modifikovanou trysku která poskytovala lepší kontrolu nad přízí a zvýšila rychlost spřádání na 210m/min, a splnil požadavek možnost spřádat čistou bavlnu.

Výrobce Maruta Ltd. později spustil další dva nové systémy tryskového spřádání: 802H a 804RJS s výrobní rychlostí na 300m/min a 400m/min. Systém 802H obsahuje průtažné zařízení s 5ti válečky, které dovolí stroji spřádat hrubé prameny při vysokých rychlostech, rýhovaný přední horní vodící žlab pro lepší kontrolu proudu vzduchu při velkých rychlostech předních válečků, a modifikovanou trysku pro vysoké rychlosti, která je umístěna blíže průtahovému ústrojí pro minimalizování vytváření balónů. Vzhled 804RJS je podobný jako u systému 802H, kromě toho že druhá tryska je nahrazena párem pryžových válečků. Tento nový vzhled byl požadován kvůli snížení spotřeby energie, snížení chlupatosti příze a vzhled vypřádané příze je více podobný struktuře prstencové. Systém 804 RJS zatím nemá dokázaný komerční úspěch.



Obr. 9 Schéma MJS (převzato [22])

Nevýhody stroje spočívají v nutnosti citlivého seřízení trysek zejména ve vztahu k různým předlohám vlákenného materiálu. Dále jsou vyžadovány vysoké nároky na kvalitu předlohového pramene (jde především o nízkou hmotnou nestejnoměrnost na krátkých úsečkách, neboť díky následnému vysokému průtahu bez vyrovnávacího pod systému jako je např. cyklické družení u rotorového dopřádacího stroje dojde k prohloubení nestejnoměrnosti).

## 1. 5. 2 VORTEX SPŘÁDACÍ SYSTÉM

Tato relativně nová technologie byla uvedena na trh japonskou firmou Murata (Muratec).

Tato technologie má podstatné výhody oproti systému prstencovému spřádání, předení volným koncem, a tryskovému předení. Spřádací systém Vortex vytváří svazkovou přízi s jádrem tvořeným nezakroucenými vlákny, přičemž soudržnost příze je zajištěna pláštěm tvořeným vlákny zakroucenými.

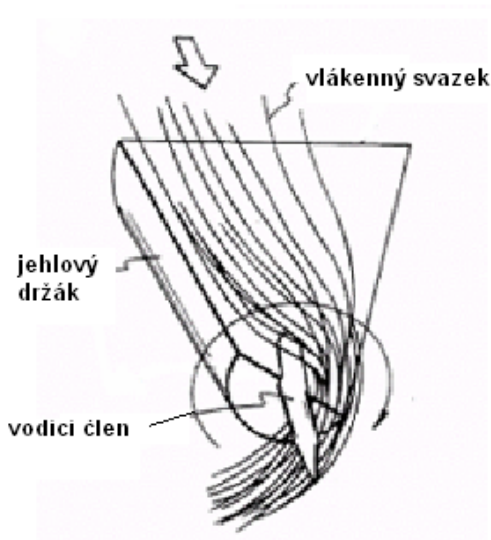
Uvedený systém navazuje na dvoutryskový systém Murata-J (MJS), který vytváří též svazkovou přízi. Jádro příze je zpracováno nepravým zákrutem a o plášťová složka tvoří cca 10% z celkové hmotnosti příze [9].



Podstatný rozdíl u technologie Vortex oproti dvoutryskové technologii (MJS) je v tom, že během výroby příze nevzniká žádný nepravý zákrut.

Tato technologie je schopná produkovat přízi dvakrát rychleji než u prstencových strojích a třikrát rychleji oproti rotorovým strojům. Studie [4] uvádí, že struktura příze Vortex je podobná přízi prstencové naopak je odlišná od příze vyráběných tryskovými systémy. Velká výhoda vortex spřádání spočívá ve zpracování 100% mykané vlákenné suroviny při vysokých rychlostech (400 m/min). Ostatními výhodami uvedené v [6] jsou: nízké provozní náklady, méně pohyblivých částí, eliminace přástové fáze, zlepšení plné automatizace navazovacího systému. Kromě toho příze vyráběná touto metodou má menší chlupatost v porovnání s normální prstencovou přízí, což má za následek redukci nopků v tkanině a výsledná tkanina vyrobená z této příze má vynikající absorpční vlastnosti, odolnost proti oděru, snadnou barvitelnost a rychlé sušící charakteristiky. Výrobce v [6] naznačil, že MVS systém je především vhodný pro větší objem výroby střední bavlněné příze z mykané bavlny. Stroj MVS umožňuje výrobu příze z bavlny, chemických vláken (PES, VS) a jejich směsí do délky vláken 38 mm.

Jedna z překážek této technologie je vysoká průtahová rychlost. V tomto systému má průtahové zařízení rychlost 10krát vyšší než je to u prstencových systémů. Jiný důležitý problém je ztráta vláken během spřádacího procesu a rychlé znečištění trysky od nedostatečně vyčištěného (například česáním) vlákenného materiálu, který je přiváděn do spřádacího zařízení.

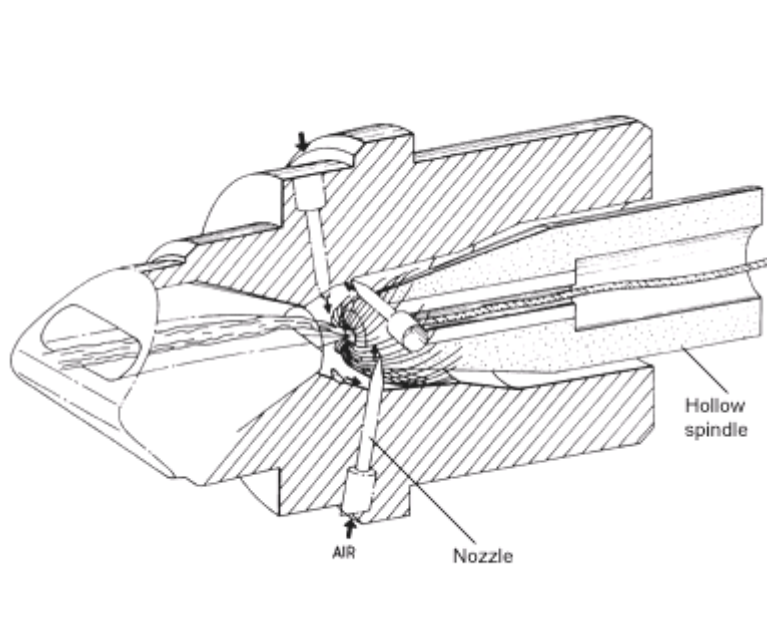


Obr. 11 Jehlový držák s vodícím členem

### 1. 5. 2. 1 Princip vortex spřádání

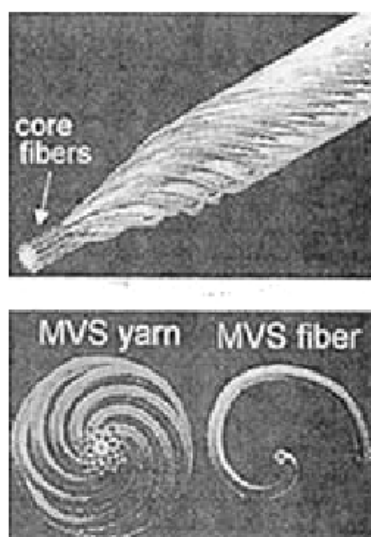
V MVS systému je pramen přímo vedený přes čtyři páry válečků průtahového ústrojí. Jakmile vlákna opustí přední váleček průtahového ústrojí, jsou vtažena do oblasti vlákenného svazku díky sání vzduchu vytvořeného tryskou. Tato pasáž je tvořena tryskovou zarážkou a jehlovým držákem. Kolíkový vodící člen spojený s jehlovým držákem se vysunuje směrem k otvoru vřetene (obr. 11). V následující vlákenné pasáži jsou vlákna jemně nasáta do dutého vřetene. Vlákna kratší než 12 mm jsou proudem vzduchu odstraněna. Vlákna dlouhá konvergují k jádru příze, zatímco vlákna krátká divergují k obalové vrstvě [5].

Vkládání zákrutů začne jakmile vlákenný svazek obdrží sílu stlačeného vzduchu na vstupním otvoru vřetene. Rozšíření zákrutu je chráněno vodícím členem, který dočasně hraje roli vlákenného svazku. Přední konce vláken jsou vtaženy do vřetene předešlou částí vlákenného svazku a následně formovány do příze, vytvářejíc oblast s částečným zákrutem, pouze částečně ovlivněným proudem vzduchu proudící uvnitř vřetene (obr.12). Zadní konce vláken opouštějící přední válečky se pohybují k pozici, kde získají plnou točivou sílu od trysky, vytvoří separátní formou vlákenného svazku taženou zvenčí a obtočenou kolem vřetene. Postupně jak jsou vlákna tažena do prostoru vřetene dochází k spirálovému obtáčení kolem jádra a formování vypřádané vortex příze. Výsledná příze je po odstranění nečistot navinuta na cívku.



Obr. 12.: Princip vortex spřádání (převzato [15])

Během vytváření příze je rozšíření zákrutu hlídáno vodícím členem. Některá z vláken jsou účinkem vzduchového proudu, resp. vzduchového víru, vychýleny na vnější povrch vřetene a vytvoří se trvalý zákrut z konců plášťových vláken. Kromě toho vlákna oddělovaná od svazku se vyskytují v celém obvodu vnější vrstvě vlákenného svazku. Výsledkem je větší počet obalových vláken v přízi. To vede k možnosti zvýšit podíl obalových vláken na 20 – 30 %, což je pozitivní zejména z hlediska pevnosti, což je také důvod, proč vortex příze poskytuje větší podíl obalových vláken než je to u tryskové příze a přičemž struktura příze zůstává podobná přízi prstencové [22]. Obrázek (13) představuje idealizovanou strukturu vortex příze.



Obr. 13.: Idealizovaná struktura vortex příze

V [6] je uvedeno, že stroj VORTEX 861 nabízí světově nejrychlejší spřádací rychlost až 450m/min. V porovnání s prstencovým předením je produktivita vortex spřádání 20krát vyšší a 3krát vyšší ve srovnání s rotorovým předením. Během vortex spřádání dlouhá vlákna směřují do jádra a krátká vlákna se dostávají díky proudění vzduchu na vnější vrstvu. Tato unikátní formace příze dává Vortex přízi různé vlastnosti: nízkou chlupatost a čistý vzhled, odolnost proti nopkovitosti a oděru, dobrou absorpci vlhkosti a odolnost při praní, stabilní při deformacích. Na spřádacím stroji VORTEX 861 lze vyrábět jádrovou přízi, kde pro jádro může být tvořeno vlákny z PAD, PES, PUR, vlákny skleněnými, nylonovými aj.

Výsledná příze má následující vlastnosti:

- Jádro není zakrucováno během spřádacího procesu a jádrová vlákna tak minimalizují snížení pevnosti příze.
- Jádrová vlákna jsou pevně fixována obalovými vlákny, které zabraňují odkrytí jádra při natahování.

### 1. 5. 2. 2. Spřádací jednotka Murata Vortex

Tato technologie umožňuje tzv. přímý spřádací proces: spřádat pramen přímo do příze s plynulým navíjením na cívku, což umožňuje snadnější kontrolu operací a kvalitu v porovnání s vícenásobným prstencovým předením.



Obr.: 6 Spřádací jednotka MVS (převzato [18])

Spřádací stroj je složen z následujících zařízení [6]:

- Průtahové a čistící zařízení

Snadným nastavením pomocí VOS lze kontrolovat průtahové válečky a tím zajistit stabilní a vysokou kvalitu spřádání.

- Spřádací zařízení

Je tvořeno vzduchovou tryskou vytvářejí vír vzduchu, dutým vřetenem, kolíkovým vodičem.

- MSC-Muratec rotační čistič:

MSC používá kombinaci s VOS vizuální volitelný systémem, umožňující snadné a přesné centralizované operace s rychlou kontrolou kvality příze z hlediska lokalizace tenkých a silných míst a jejich délky a nopků. Umožňuje široké možnosti nastavení a poskytuje odpovídající odezvu do VOS. Pokud je systém vybaven MSC-F (na požádání) je schopný detekovat i cizí vlákna.

- Měřidlo napětí:

Zabezpečuje stejnoměrné napětí při navíjení. Pomáhá vytvořit optimální navinutí pro následující proces, tak aby příze Vortex měly co nejmenší chlupatost a byly stabilní při odvíjení.

- Parafinovací zařízení (volitelné): Zajišťuje vyšší výrobní efektivitu.
- Automatický smekač
- Splicer (navazovač):

Časové nastavení Spliceru je dáno VOS. Optimální cyklus kontroly přispívá k zlepšení produktivity, redukce chybných přízí a navazovacích chyb. Může být nahrazen Knotter (uzlovačem).

- Murata rotační čistič:

MSC –Muratec Spin Cleaner je digitální čistič pro přesnou detekci kvality příze. Má širší možnosti nastavení a detekce jsou více zkoumány a poskytuje odpovídající odezvu do VOS. (volitelné).

- VOS: Visual On-demand Systém

Tento systém shromažďuje procesní data kontrolního systému pro zlepšení obsluhy a flexibility spřádacího. Displej zobrazuje operativní data a grafy obsahující spřádací podmínky, kontrolu kvality příze, operační management, kontrolu údržby, závady na stroji, aj. Spřádací parametry zahrnují rychlost příze, celkový průtah, hlavní průtah, příváděcí rychlost, odvíjecí rychlost, a navíjecí podmínky. Kontrola kvality příze – může být kontrolován každý aspekt kvality příze včetně síly. To zahrnuje odstraněné soukací defekty, jemnost příze, odstraněná tenká a silná místa, nestejnoměrnost příze, měření počet změn, klasifikace defektů, periodické vady na krátkých a dlouhých úsecích, a detekce cizích vláken (MSC-F). Operační management sleduje celkovou výrobnost a efektivitu, monitoruje délku příze a počet semknutých cívek.

Všechny tyto data pak následně mohou být použity pro analýzu k určení směru výroby, kvality apod.

## 1. 6 POROVNÁNÍ MVJ a MJS PŘÍZE

Aby se znalosti o této nové svazkové technologii mohli rozšířit, je třeba porovnat tryskové a vortex příze a odhalit rozdíly mezi vlastností a strukturou těchto dvou přízí. Oba tyto systémy jsou používány pro výrobu svazkové příze.

Ve studii [9] byly porovnány vortex a trysková příze vyrobeny s rozdílnými poměry PES a bavlněných vláken, a následně byly pod mikroskopem vizuálně zkoumány jejich struktury. Studie [9] uvádí, že u systému MVJ bylo velmi obtížné spřádat akceptovatelnou přízi se směsovým poměrem polyesteru pod 50%. Systém MVS úspěšně vyrobil přízi ze 100% PES a směsí PES/bavlna, ale spřádání 100% bavlny úspěšné nebylo. Při pozorování vláken pod mikroskopem bylo zjištěno ze MVS spřádací technologie vyrábí přízi jejíž vzhled je více podobný přízi prstencové, nežli je to u MJS spřádací technologie. Příze vyráběné MVS technologií měly vyšší stejnoměrnost, menší počet tenkých míst a nižší hodnoty chlupatosti v porovnání s MJS. Příze Vortex také vykazovala vyšší hodnoty pevnosti při všech užitých směsových poměrech polyesteru a bavlny. Jak se poměr bavlny zvyšoval, zvětšoval se také rozdíl mezi přízemi vyráběné tryskovou a vortex technologií. Pro přízi ze 100%ního polyesteru se výsledky pevnosti příliš nelišily. Odlišné výsledky byli v případě tažnosti. Vortex příze měla hodnoty tažnosti celkově nižší v porovnání s tryskovým tkaním.

Hlavní rozdíl mezi tryskovou a vortex přízí je především v počtu obalových vláken, který je mnohem vyšší u příze Vortex. Důvod rozdílů v parametrech kvality je unikátní struktura přízí dána odlišnou spřádací technologií. V tryskovém spřádání se pouze konce okrajových vláken stávají obalovými. Množství konců vláken záleží na množství vláken na vnější straně. Zatímco ve vortex spřádání jsou obalová vlákna oddělena z celého vnějšího obvodu svazku a vyskytují se po celém vnějším obvodu příze. Výsledkem je větší počet obalových vláken v přízi, které svým sevřením snižují množství vlákenných prokluzů. Vyšší hodnoty pevnosti a nízké pružnosti přízí Vortex v porovnání s přízemi vyráběné MJS technologií, mohou být přisuzovány vyššímu počtu obalových vláken v přízi. Počet obalových vláken je rozhodující faktor ovlivňující pevnost příze, protože drží vnitřní paralelní vlákenný svazek pevně pohromadě. Lepší obalové vlastnosti vláken ve vortex příze mohou být pak důvodem snížené pružnosti a menší chlupatosti příze.

## 1.7 POROVNÁNÍ VYPŘÁDANÝCH PARAMETRŮ U VYBRANÝCH SYSTÉMŮ

V tabulce [1] je uveden přehled parametrů jednotlivých spřádacích systémů pro vytvoření jasné představy o zásadních rozdílech ve vypřádaných přízích a technice spřádání. Je zřejmé, že systém Vortex je jedničkou jak ve spřádací rychlosti tak v samotném systému předení.

Systém	Podstata	Způsoby	Zpracovávané materiály	Parametry předení	Parametry přízi	Další možnosti	Omezující faktor
Klasický -současné zakrucování a navíjení -předení z přástu	Uzel: vřetenoprstenec-běžec	Prstencové předení	Veškeré spřádané materiály (přírodní a chemické) a jejich směsi	$n_{\text{vřeten}} =$ do cca 25000 na 1/min $v_{\text{ov}} =$ cca 15-50 m/min	T-cca (6-200) tex Z = (200-3000) 1/m	Příze jádrové, opřádání eleastomeru, efektní příze, Denim příze	Rychlost běžce po prstenci (40m/s)
	Jako PDS kondenzační zóna na výstupu PÚ	Kompaktní předení	CO, WO Chemická vlákna typu CO, WO	$n_{\text{vřeten}} =$ do cca 25000 na 1/min $v_{\text{ov}} =$ cca 15-50 m/min	T-cca (40-60) tex Z = (200-3000) 1/m	Příze jádrové, opřádání eleastomeru,	Rychlost běžce po prstenci (40m/s)
Předení s volným koncem – předení z pramene	Oddělené procesy zakrucování a navíjení – ojednocená vlákna se přikrucují na volný konce příze	Rotorová předení (BD)	CO, chemická vlákna tpu CO, kolonizovaný LI, konopí	$n_{\text{rotor}} =$ do cca 20000 1/min $v_{\text{ov}} =$ do cca 250 m/min	T = (14,5 - 200) tex Struktura příze: „kyselé zeli“, ovinky, vysoká odolnost v oděru	Jádrová příze	Tahové síly při navíjení
		Frikční Dref 2	WO, chemická vlákna, směsi vláken	$v_{\text{ov}} =$ do 300m/min $n_{\text{spřádací bubny}} =$ do 3500 1/min	T = (100-4000) tex, nižší paralelizace vláken,	Technické příze, jádrová příze, efektní	Omezený sortiment zprac. vláken

					nižší pevnost, vyšší tažnost	příze, dekorační textilie	
Předení s částečně volným koncem - předení z pramene	Oddělené procesy zakrucování a navíjení – vlákna ovíjí stužku vláken	Frikční předení DREF 3	CO, chemická vlákna, směsi vláken	$v_{ov}$ – do 300m/min $n_{spřádací}$ bubny – do 3500 1/min	Svazková příze T= (33- 667) tex	Technické příze )jádro – kevlar, skleněná vlákna, ocelové dráty, jádrová příze, efektní příze	
		Tryskové předení MURATA (Air Jet)	CO, PES, chem. Vlákná, směsi vláken do $l = 51\text{mm}$	$v_{ov}$ – do 360m/min	Svazková příze T= (7,5-80) tex		
		Tryskové předení VORTEX		$v_{ov}$ – do 450m/min	Svazková příze T= (7,5-40) tex	Jádrové příze spandex jádro	

Tab.: Přehled systémů spřádání (zdroj [15])



## 1.8 VLIV PROCESNÍCH PARAMETRŮ NA STRUKTURU A VLASTNOSTI VORTEX PŘÍZE

Jako jedny z hlavních procesních parametrů, které nejvíce mohou ovlivňovat strukturu a vlastnosti vyprádané příze lze brát nastavení těchto parametrů:

- úhel sklonu trysky
- průměr (velikost) vřetene
- rychlost spřádání
- tlak vzduchu v trysce
- vzdálenost mezi předními válečky a vřetenem.

Je zřejmé, že změny v nastavení těchto parametrů jednotlivých částí spřádacího stoje jsou relativně malé, protože není možné spřádat na spodních limitech nastavení. Studie [27] uvádí, že nelze spřádat přijatelnou přízi například v kombinaci nízkého tlaku trysky, velkou přiváděcí rychlostí, a krátkou vzdáleností mezi vstupními válečky a vřetenem. Jedním z důvodů je, že vysoká rychlost a nízký tlak může vést k horší spřádací stabilitě.

Práce [27] se zabývala možností zkoumání vlivu některých procesních parametrů na vlastnosti a strukturu příze. Ukázalo se, že mezi pěti vybranými procesními parametry nejvíce ovlivňuje stejnoměrnost příze, vady, chlupatost příze především vzdálenost vstupních válečků od vřetene jak u 100%ní bavlněné příze ze 50/50 PES/Ba příze. Kvalita příze byla tím lepší čím kratší byla vzdálenost válečků od vřetene. Změna této vzdálenosti se změnou úhlu trysky má vliv na prodloužení příze. Při spřádání 100%ní bavlněné příze při vysokém úhlu trysky, byla produkována příze s nízkou chlupatostí. Kombinace vysokého tlaku trysky, malého rozměru vřetene a nízké přiváděcí rychlosti způsobilo také snížení chlupatosti příze. Počet tenkých míst byl nízký při nízkých přiváděcích rychlostech. Překvapivě změna úhlu a tlaku trysky neměla žádný vliv na pevnost a tažnost příze. Pouze změna vzdálenosti předních válečků od vřetene a úhlu trysky měli vliv na prodloužení. U nízkého úhlu trysky dojde ke snížení počtu vad u příze směsi palester/bavlna, ale dojde ke zvýšení chlupatosti příze. Nízká přiváděcí rychlost měla za následek přízi s nízkým vlasem a nízkým počtem tenkých míst. Větší rozměr vřetene zlepšil hodnoty vad a také zvýšil chlupatost.

Vzdálenost mezi předními válečky ovlivňuje počet obalových vláken. Jestliže je tato vzdálenost krátká, oba konce vláken jsou lépe zapředené do příze, což má za následek méně vyčnívajících konců vláken. Z toho důvodu se sníží počet obalových vláken ale zlepšuje se stejnoměrnost a chlupatost příze a celkový vzhled příze. Snižuje se možnost ztráty kontroly vláken během svazování jádrových vláken vlákny obalovými. Díky této kontrole se snižuje i odpad. Pokud je vzdálenost delší, počet obalových vláken vzrůstá, ale sníží se kontrola vláken. Výsledná příze je měkčí ale zároveň má větší chlupatost a dlouhý vlas. Také poměr odpadových vláken vzrůstá v porovnání s kratším nastavení předních válečků.

Dle [27] analýza struktury 100%ní bavlněné příze odhalila, že umístění vláken resp. úhel šroubovice, rozměr šroubovice neovlivnil ani jeden ze zkoumaných procesních parametrů. Intensita migrace a ekvivalent migrační frekvence byly na druhou stranu velmi ovlivněny úhlem trysky a rychlostí příze. Tyto hodnoty byly vysoké při vysokém úhlu trysky a nízké rychlosti. Na hlavní migrační intensitu měl také vliv tlak trysky, při vysokém tlaku se zvýšila také migrační intensita. Rozměr příze byl ovlivněn rychlostí příze, se snižující se rychlostí se její rozměr snižoval. Pravděpodobně vysoký úhel trysky, vysoký tlak trysky a nízká rychlost mělo za následek zlepšení migračních parametrů a výsledkem pak byla kompaktní příze se zvýšeným počtem zákrutů.

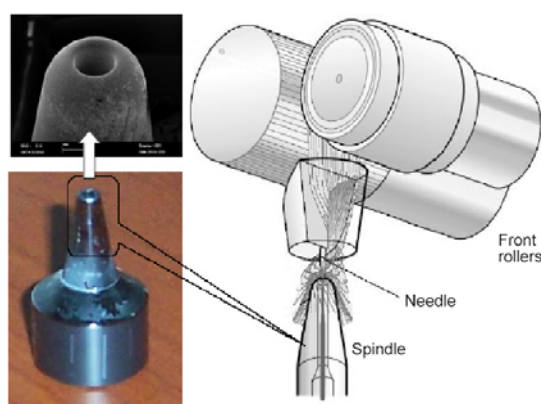
## **1.8.1 VLIV VELIKOSTI VŘETENE NA PARAMETRY PŘÍZE**

Výsledky studie [11] ukázaly, že vlastnosti příze vortex jsou podstatně ovlivněny velikostí vřetene a dobou jeho používání. Při použití většího průměru vřetene dochází se zvyšování chlupatosti příze. Vlákenný svazek má více svobody, z toho důvodu jsou některé zákruty ztraceny, síla obalení vláken se snižuje, a dochází se zvýšení chlupatosti. Vřetena o průměrech 1.3 a 1.4 mm produkovaly příze s nižší nestejnoměrností, nežli to bylo u vřeten s průměry 1.1 a 1.2. Velikost vřetene také velmi ovlivňuje tažnost a pevnost příze. Při použití vřeten o průměrech 1.1 a 1.2 nevznikaly zásadní rozdíly mezi hodnotami pevnosti a tažnosti. Studie uvádí, že nejnižší hodnoty těchto dvou vlastností byly zaznamenány u průměru 1.4 mm. Důvodem tohoto jevu, může být snížení tření vláken během formování příze. Vlákna mají na vstupu vřetene větší svobodu expandovat a výsledkem je příze s méně pevnou obalovou vrstvou,

menším zákrutem a sníženou hustotou. Nejnižší tažnost se projevowała při použití vřeten o průměru 1.3 mm.

Nutno podotknout, že na kvalitu příze má velký vliv doba používání samotného vřetene. Se zvyšující se dobou použití se zvyšuje opotřebení vřetene a snižuje se kvalita vyráběné příze. Studie [11] uvádí, že kritická doba použití byly 4 měsíce, při níž dochází ke podstatnému zhoršení kvality příze.

Tvar otvoru vřetene a princip spřádání je zobrazen na obr. (17). Výběr velikosti vřetene nezáleží jen na přízi a požitém materiálu, ale také na požadovaných konečných vlastnostech příze.



Obr. 17: Vřeteno spřádacího systému MVS (převzato [17])

### 1.8.2 Diskuse

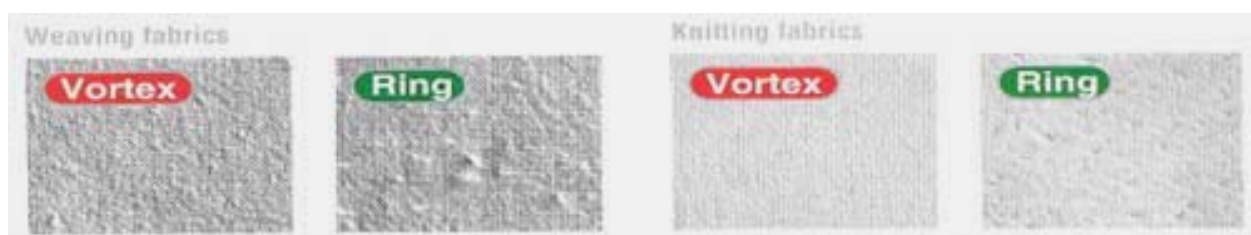
Výzkum dle [17], [27] tak ukázal, že procesní parametry velmi ovlivňují strukturu a ta následně má vliv na celkové vlastnosti vortex příze. Sledování procesních parametrů pomohlo zjistit, které procesní parametry ovlivňují změnu vlastností struktury příze nejvíce. Mezi tyto parametry patří vzdálenost mezi válečky a vřetenem, tato vzdálenost ovlivňuje průměrné hodnoty stejnoměrnosti příze, vady a chlupatost, které jsou lepší pokud je tato vzdálenost krátká. Vysoký úhel trysky, vysoký tlak trysky, nízká příváděcí rychlost a malý rozměr vřetene redukuje chlupatost. Vysoký úhel trysky zlepšuje stejnoměrnost příze. Průměrná migrační intenzita a ekvivalent migrační frekvence mají největší hodnoty při vysokém úhlu trysky a nízké rychlosti. Vysoký tlak trysky také zvyšuje průměrnou migrační intenzitu. Nízká rychlost způsobuje menší průměr příze a je pravděpodobně že příze při těchto podmínkách obsahuje menší počet zákrutů. Velké průměry vřetene snižují pevnost a tažnost příze, ale zároveň produkují přízi s menší nestejnou.

## 1.9 PROJEV VLASTNOSTÍ PŘÍZE VORTEX VE TKANINÁCH

Charakteristické vlastnosti vypředené příze mají významný vliv na následné výrobní operace a celkovou kvalitu konečné textilie.

Unikátní způsob spřádání vortex příze vytváří strukturu, která zajišťuje formování dlouhých vláken v jádru a vláken krátkých v obalové vrstvě příze. Toto nižší zakroucení příze napomáhá vyšší absorpci vlhkosti a lepším sušicím charakteristikám tkaniny. Což napomáhá rychlejší barvitelnosti tkaniny a umožňuje sušení při nižších teplotách. Protože příze není tvořena klasickými zákruty, mají textilie lepší odolnost ve srážlivosti než-li je to u tkaniny tvořených z prstenových či rotorových přízí.

Díky určité objemnosti vortex příze, (způsobené existencí uvolněných obalových vláken, formovaných bez napětí proudem vzduchu okolo otvoru vřetene), mohou mít textilie větší tloušťku v porovnání s textile vyráběných z přízích ostatních systémů. V [10] uvádí, že tkaniny z vortex přízí se vyznačují velmi vysokou odolností v oděru. Možné vysvětlení pro tuto vlastnost tkanin, je vliv obalových vláken ve vortex přízi, které snižují pohyb jádrových vláken ve struktuře příze. Tím, že vortex příze mají delší obalovou vrstvu dochází ke snížení počtu odstávajících vláken z těla příze, což pozitivně ovlivňuje chlupatost příze a snižuje celkovou nopkovitost ve tkanině. Výsledné tkaniny se vyznačuje čistým a klidným vzhledem (obr.18).



Obr.18: Porovnání tkaniny a pleteniny vyrobené z přízí vortex a přízí prstencových  
(zdroj [18])

## 2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Cílem experimentální části bylo rozšířit znalosti o vortex přízi z hlediska její struktury, zhodnotit vybrané vlastnosti příze se zaměřením na pevnost, tažnost, odolnost příze v při oděru a tuhosti v ohybu, v závislostech na změně procesního nastavení parametrů stroje.

Pro experiment byly použity Vortex příze ze 100% viskózových vláken o jemnosti 1,3dtex, délce 38 mm a jemností pramene 3,5 ktex. Příze měly rozdílné jemnosti, byly vypřádány ve třech rychlostech, s různou velikostí vřetene a při odlišném průtahu (tab.2). Pro možnost porovnání přízi vortex s přízemí vyráběné odlišnou technologií, byly též proměřovány rotorové příze o dvou jemnostech.

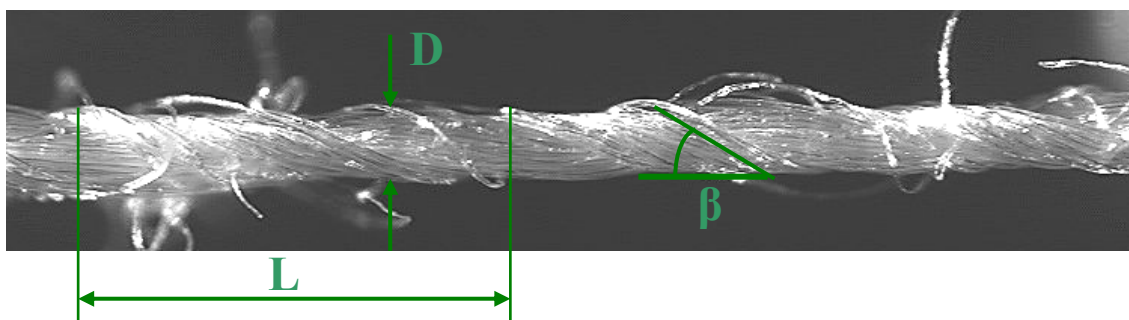
Číslo příze	Druh příze	Jemnost [Tex]	Rychlost příváděcí [m/min]	Velikost vřetene [mm]	Hlavní průtah
1	Vortex	16,5	350	1,2	45
2	Vortex	20	350	1,2	45
3	Vortex	25	350	1,2	45
4	Vortex	16,5	325	1,1	55
5	Vortex	20	325	1,1	55
6	Vortex	25	325	1,1	55
7	Vortex	16,5	375	1,3	35
8	Vortex	20	375	1,3	35
9	Vortex	25	375	1,3	35
BD1	Rotorová	16,5			
BD2	Rotorová	20			

Tab. 2.: Přehled parametrů měřených přízí

Veškerá měřená data byla statisticky zpracována v programu QC-Expert. Data byly testovány na homogenitu a normalitu, přičemž byly vyjmuty vybočující měření. Pomocí programu byly určeny statistické ukazatele (interval spolehlivosti, rozptyl, směrodatná odchylka).

## 2.1 Strukturální parametry příze

Aby mohla být struktura příze Vortex lépe poznána byl nasnímán povrch příze pomocí mikroskopu s digitální kamerou a následně byli obrazy zpracovány pomocí optické analýzy (LUCIA). Na jednotlivých obrazech podélných pohledů příze byli měřen úhel stoupání šroubovice  $\beta$ , délka stužky vláken  $L$ , a průměr příze  $D$  (viz obr. 19).



Obr.19: Obráz struktury příze a označení měřených parametrů.

### 2.1.1 Měření parametrů u jednoho typu cívky

Bylo vybráno 6 cívek příze o jemnosti 16,5 tex se středními parametry nastavení stroje 1.2 velikost vřetene, hlavní průtah 45, a rychlostí 350 m/min. Z každé cívky bylo provedeno 50 měření a u každého z nich se opět měřily geometrické parametry příze obr.(19), tab. (4).

Pomocí vztahů uvedených v kapitole 1.2.1 byly ze získaných vypočítáno zaplnění příze, distanční průměr, zákrut a zákrutový koeficient. viz ( tab.3).

Průměr [mm]	0,166
Délka stužky ovinu [mm]	0,877
Úhel stoupání stužky [deg]	28,69
Průměr $D_s$ [mm]	0,118
Zaplnění	0,508
Zákrut [ $m^{-1}$ ]	1140,25
Zákrutový koeficient [ $m^{-1}ktex^{1/2}$ ]	140,43

Tab. 3: Naměřené a vypočítané parametry struktury

	Číslo cívky				
	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
<b>Délka stužky [μm]</b>	<b>846,44</b>	<b>879,16</b>	<b>881,42</b>	<b>898,47</b>	<b>882,58</b>
Spodní mez [μm]	819,23	846,73	850,83	866,09	849,69
Horní mez [μm]	873,64	911,60	912,02	930,85	915,47
Směr. odchylka [μm]	94,70	110,46	107,66	112,73	115,73

	Číslo cívky				
	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
<b>Průměr příze [μm]</b>	<b>163,45</b>	<b>165,27</b>	<b>162,42</b>	<b>167,62</b>	<b>172,24</b>
Spodní mez [μm]	157,42	159,30	157,81	161,94	165,71
Horní mez [μm]	169,49	171,23	167,042	173,29	178,77
Směr. odchylka [μm]	21,23	20,545	16,058	19,97	22,97

	Číslo cívky				
	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5
<b>Úhel stoupání stužky [deg]</b>	<b>27,04</b>	<b>28,27</b>	<b>28,26</b>	<b>28,08</b>	<b>29,17</b>
Spodní mez [deg]	25,69	26,77	26,64	26,64	27,82
Horní mez [deg]	28,38	29,77	29,88	29,52	30,52
Směr. odchylka [deg]	4,71	5,27	5,64	5,07	4,75

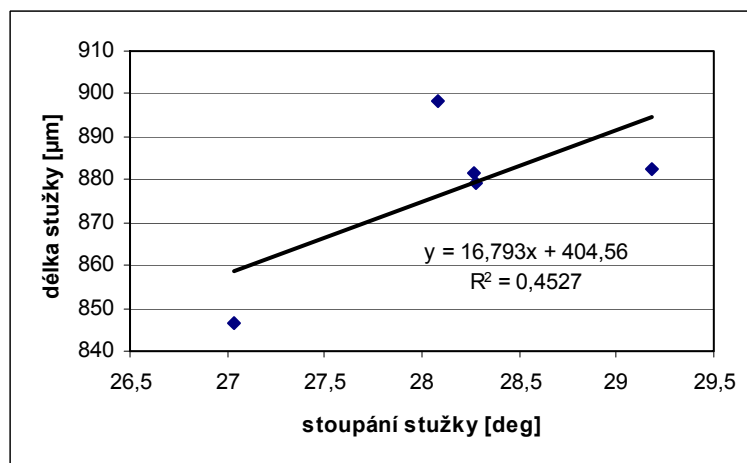
Tab. 4: Přehled výsledků měření délky stužky, průměru, a úhlu stoupání stužky

Na základě analýzy rozptylů (ANOVA) bylo zjištěno, že rozdíly hodnot geometrických parametrů jednotlivých cívek byly nevýznamné (Příloha 2,3,4).

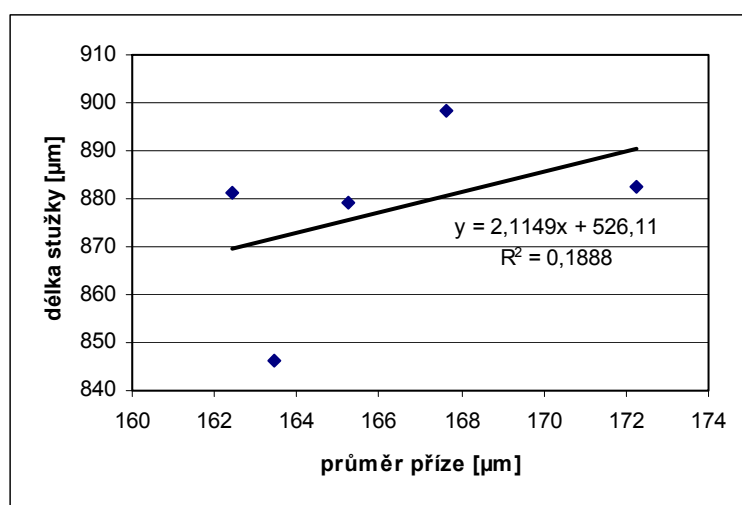
Pro zjištění vztahu mezi průměrem příze, délkou stužky, a úhlem stoupání šroubovice byl stanoven korelační koeficient  $r$  pomocí regresního závislosti dvou souborů (obr.: 20, 21, 22). Tabelárně byl nalezen kritická hodnota korelačního koeficientu  $r_k$  porovnán s koeficientem korelace  $r$ .

	koeficient determinace	korelační koeficient R	kritická hodnota korel. koefi. $R_k$ ( $\alpha=0,05$ )	závislost
<b>průměr/ délka stužky</b>	0,1888	0,4345	0,294	neprokázána
<b>průměr/ úhel stoupání šroubovice</b>	0,5215	0,7221	0,294	neprokázána
<b>délka stužky/ úhel stoupání šroubovice</b>	0,4257	0,6524	0,294	neprokázána

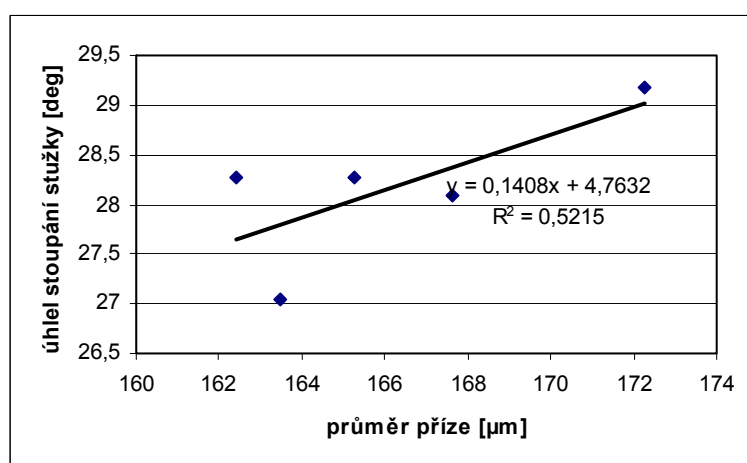
Tab.5: přehled korelačních koeficientů



Obr.20: Graf lineární regrese úhlu stoupání a délky stužky příze 16,



Obr.21: Graf lineární regrese průměru příze a délky stužky



Obr.22: Graf lineární regrese průměru příze a úhlu stoupání stužky



## Diskuse:

Na základě pozorování podélných pohledů struktury příze Vortex, bylo potvrzeno, že jádro těla příze je pevně drženo stužkou obalových vláken. Tato struktura uspořádání stužky ve šroubovici se velmi podobá skutečnému zákrutu. Z výpočtů měření parametrů příze vyplynulo, že více jak 50% jádrových vláken je pokryto stužkou vláken. Což potvrzuje teorii dle kapitoly , že více než polovina plochy povrchu vortex příze je pokryta a zabalena vrstvou obalových .

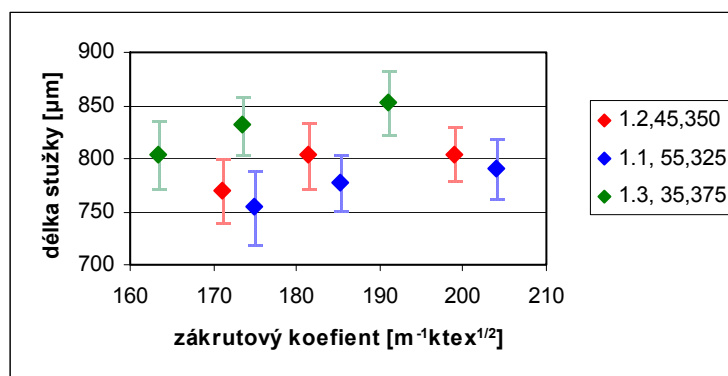
Tab. č.5 ukazuje že mezi strukturálními parametry této příze nebyla prokázána statisticky významná závislost..

## 2. 1. 2 Měření parametrů u více typů cívek

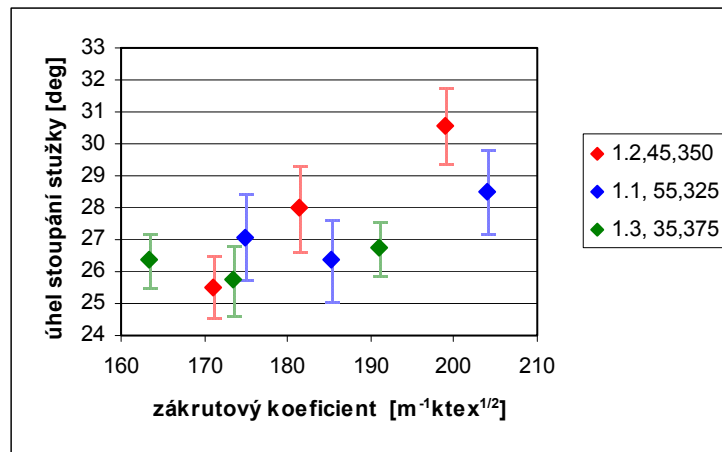
Aby mohl být zjištěn vliv změny procesních parametrů na strukturu všech typů přízí Vortex a následně definován jejich vliv na vlastnosti přízí, byly použity data z měření strukturálních parametrů u všech typů cívek, poskytnuté katedrou textilních technologií. Na základě těchto dat vis (příloha 1), byly byl vypočítány vybrané geometrické parametry příze (tab. 6) pomocí vztahů uvedených v kapitole 1.2

	1-1	2-1	3-1	4-1	5-1	6-1	7-1	8-1	9-1
$Z$ [m <sup>-1</sup> ]	1299,94	1245,43	1243,13	1326,36	1286,23	1265,32	1244,6	1202,87	1172,48
$\alpha$ [m <sup>-1</sup> ktex <sup>1/2</sup> ]	171,02	181,49	198,92	174,96	185,15	203,89	163,32	173,5	191,12
$D_s$ [μm]	121,24	134,29	147,46	121,56	132,65	148,49	120,93	132,92	150,21
$\mu$ [1]	0,817	0,766	0,786	0,741	0,768	0,805	0,684	0,776	0,926

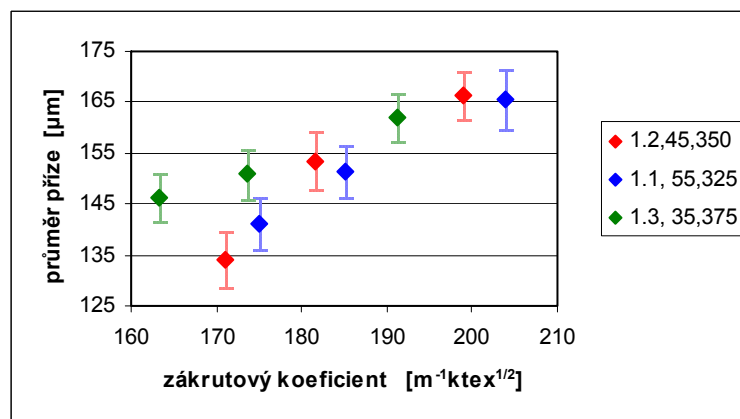
Tab.6: přehled vypočítaných parametrů vlastností příze



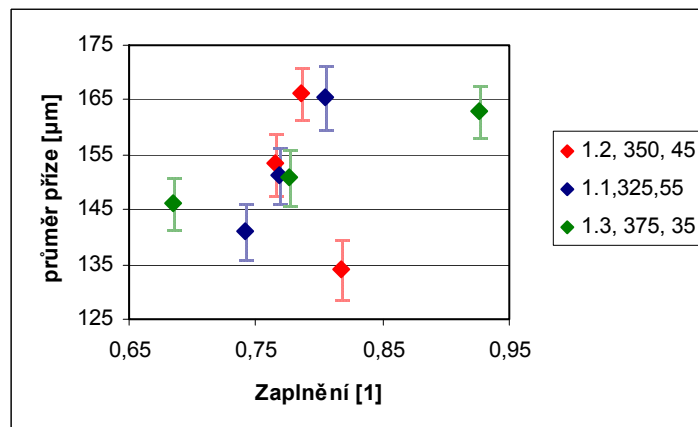
Obr. 23: Závislost délky stužky na zákrutovém koeficientu



Obr.24: Závislost úhlu stoupání stužky na zákrutovém koeficientu



Obr. 25: Závislost průměru příze na zákrutovém koeficientu



Obr. 26: Závislost průměru příze a zaplnění

### **Výsledky:**

Grafy na obr. 23, 24, 25, 26 ukázaly, že nastavení stroje s nejmenším průměrem vřetene a nejmenší přívaděcí rychlostí produkuje přízi s největším zákrutovým koeficientem, krátkou délkou stužky a vysokou hodnotou zákrutového koeficientu. Vysoký průměr vřetene a vysoká rychlost snižoval úhel stoupání šroubovice. Vlivem zvyšování jemnosti a průměru příze docházelo ke zvýšení zákrutového koeficientu. Výpočty ukázaly, že zaplnění u přízi se kolem 70%.

### **Diskuse:**

Výsledky ukázaly, že nejnižší nastavení parametrů stroje ovlivňuje přízi natolik, že se zvýší počet zákrutů obalové stužky vláken, vzroste stlačení jádrových vláken a dojde k celkovému zhuštění příze. Naopak nastavení stroje s vysokým průměrem vřetene a vysoké přívaděcí rychlosti produkuje přízi, která má volnější strukturu. Délka stužky se prodlužuje a jádro v přízi není již tolik fixováno.

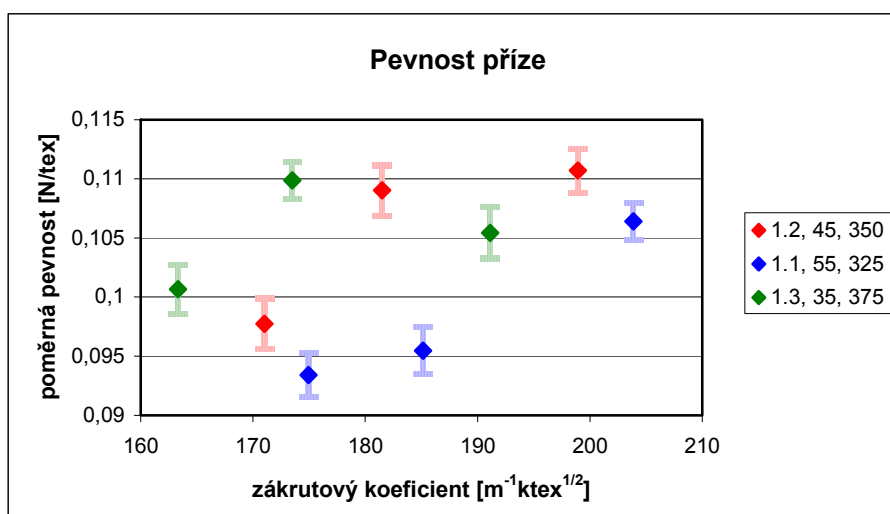
## **2. 2 Pevnost příze**

Pevnost příadních vzorků byly měřeny na dynamometru INSTRON 4411 dle platné normy [19]. Upínací délka byla 500 mm, předpětí bylo stanoveno dle dané normy pro jednotlivé jemnosti 0,125 cN/tex (25tex), 0,1 cN/tex (20tex), 0,0825 cN/tex (16,5tex) a rychlost zatěžování byla 170m/min (16,5tex), 190/min (20tex) a 210m/min (25tex) v závislosti na jemnosti příze. Bylo provedeno 50 měření vždy pro každý typ příze. V případě nevyhovující zkoušky přetrhu, bylo nutné měření nahradit novým.

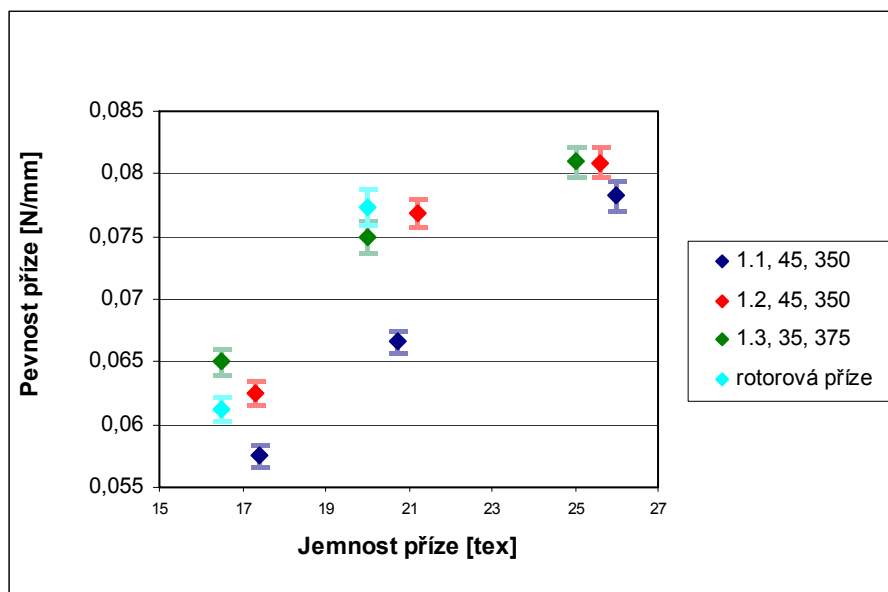
Přístroj shromažďuje data pro tahové křivky a poskytuje ultimativní charakteristiky jako je síla [N], protažení příze [mm], napětí [N/mm] a mezní práci [J] do přetrhu. Na základě těchto dat z dynamometru byly pomocí programu Matlab, poskytnutého katedrou textilních technologií, vytvořeny tahové křivky pro jednotlivé jemnosti přízi obr (27, 28, 29). Na základě vztahu (1.2.23) byla vypočítána poměrná pevnost příze (tab.7).

označení příze	Jemnost [tex]	velikost vřetene, průtah, rychlost [m/min]	Pevnost příze [N/mm], 95% IS	tažnost [%], 95% IS	Poměrná pevnost [N/tex], 95 % IS
1-1	16,5	1.2, 45, 350	0,062436 <0,0614;0,0633>	8,6367 <6,317;10,955>	0,0977 <0,0956;0,09986>
2-1	20	1.2, 45, 350	0,076854 <0,0757;0,0779>	20,8952 <18,661;23,129>	0,1090 <0,1068;0,1347>
3-1	25	1.2, 45, 350	0,080926 <0,0797;0,0821>	32,7108 <30,735;34,686>	0,1107 <0,1088;0,1705>
4-1	16,5	1.1, 55, 325	0,05748 <0,0566;0,0584>	8,6392 <6,194;11,085>	0,0934 <0,0915;0,0952>
5-1	20	1.1, 55, 325	0,066596 <0,0656;0,0675>	14,9616 <12,459;17,465>	0,0954 <0,9346;0,1881>
6-1	25	1.1, 55, 325	0,078272 <0,0771;0,0795>	28,9416 <27,037;30,846>	0,1064 <0,1048;0,1635>
7-1	16,5	1.3, 35, 375	0,064986 <0,0634;0,0660>	6,4892 <4,335;8,644>	0,1007 <0,0985;0,1027>
8-1	20	1.3, 35, 375	0,074936 <0,0737;0,0762>	18,8948 <17,223;20,567>	0,1098 <0,1082;0,1350>
9-1	25	1.3, 35, 375	0,08096 <0,0798;0,0822>	21,9652 <19,581;24,350>	0,1054 <0,1032;0,1630>
rotorová 1	16,5		0,06121 <0,0603;0,0621>	10,3732 <7,574;13,172>	0,0867 <0,0484;0,0885>
rotorová 2	20		0,07734 <0,0759;0,0787>	20,6712 <18,753;22,589>	0,0917 <0,0900;0,1134>

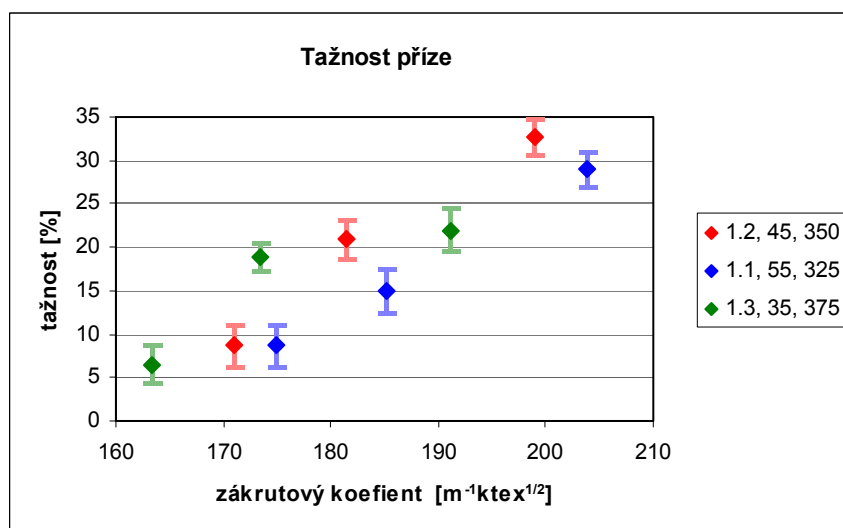
Tab. 7.: Přehled výsledků měření pevnosti a tažnosti příze vortex a příze rotorové



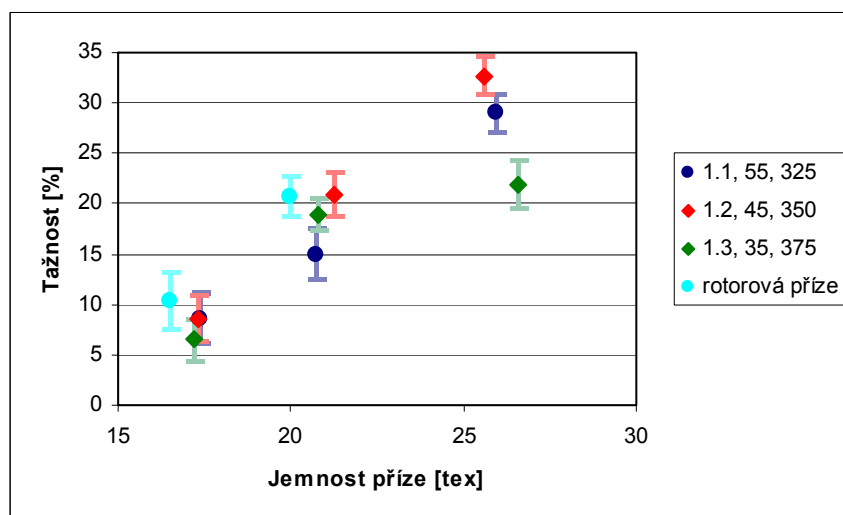
Obr.27: Graf závislosti pevnosti příze na zákrutovém koeficientu



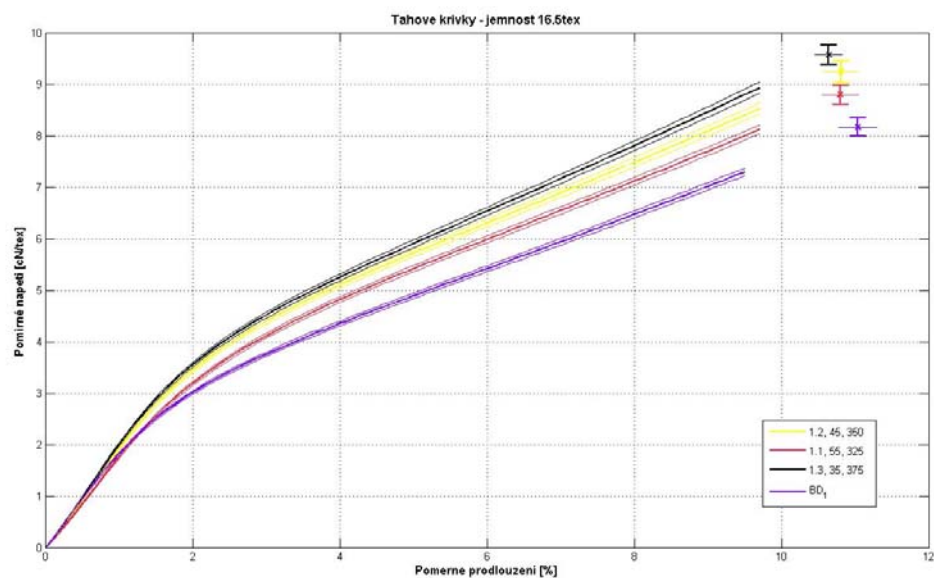
Obr.28: Graf závislosti tažnosti příze na jemnosti



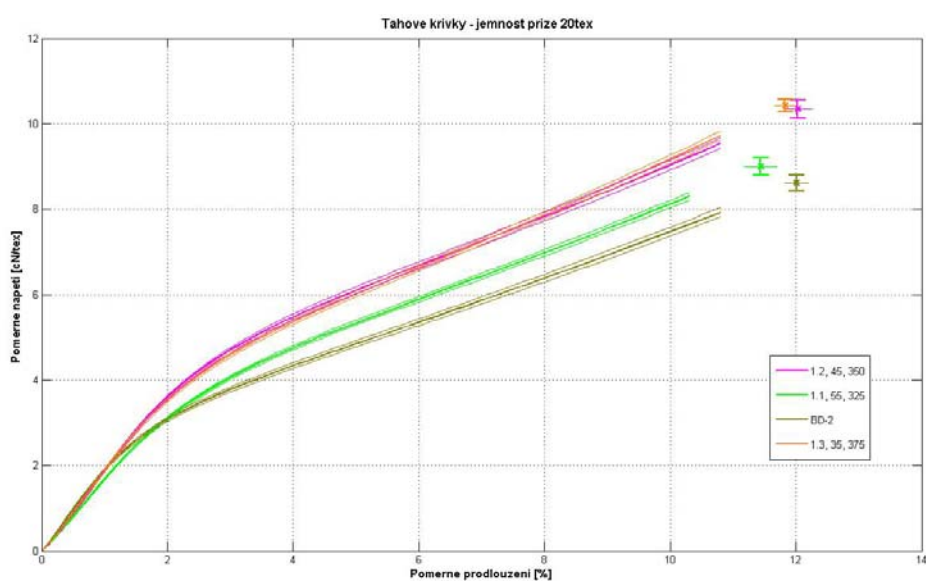
Obr.29: Graf závislosti tažnosti na zákrutovém koeficientu



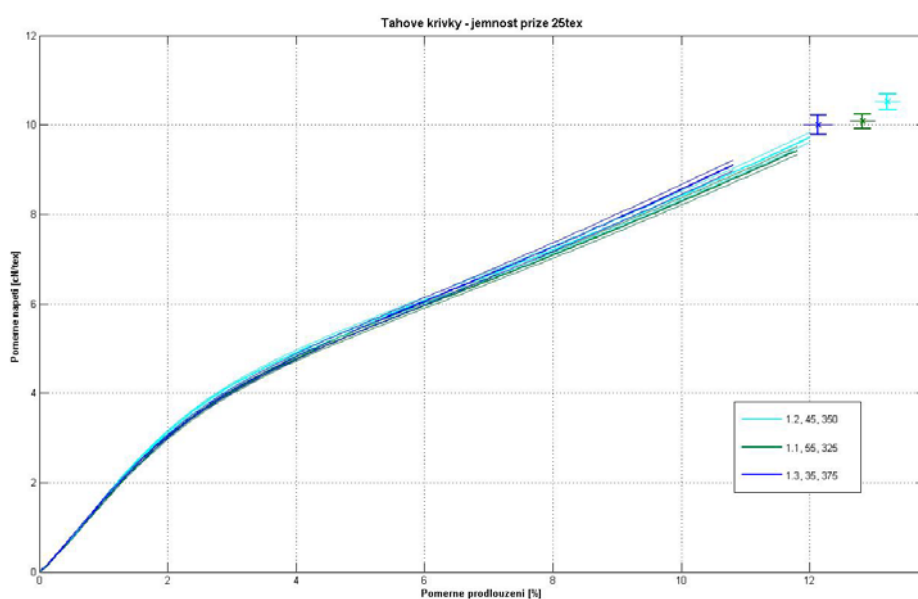
Obr.30: Graf závislosti tažnosti na jemnosti příze



Obr.31: Průměrné pracovní křivky přízí o jemnosti 16.5 tex



Obr.32: Průměrné tahové křivky přízí o jemnosti 20tex



Obr.33: Průměrné tahové křivky přízí o jemnosti 25tex

### **Výsledky:**

Příze s nejnižším nastavením vykazovala nejnižší hodnoty pevnosti. Z hlediska pevnosti se zdá být nejideálnější kombinace procesních parametrů při středním nastavení tj. rychlost 350 m/min, průtah 45 a velikost vřetene 1.2. Všeobecně lze říci, že pevnosti příze se zvyšovala s rostoucí jemností (obr.:28, 30). Na základě průměrných tahových křivek přízí (obr.: 31, 32, 33) lze říct, že tahové vlastnosti přízí o jemnostech 25tex nebyly výrazně ovlivněny změnami v parametrech spřádacího stroje. Grafy (obr.: 28, 30) ukázaly, že hodnoty tažnosti a pevnosti přízí vortex a přízí rotorových se od sebe výrazně nelišily. Všeobecně lze říci, že pevnosti příze se zvyšovala s rostoucí jemností (obr.:27, 28).

### **Diskuse:**

Grafy obr. (27,28) potvrdili hypotézu, že pevnost a tažnost příze je ovlivněna velikostí zákrutového koeficientu. Velikost zákrutového koeficientu ovlivňovaly samotné změny v nastavení parametrech stroje.

Při nejnižším nastavení spřádacího stroje se vytváří příze jejíž jádro je tvořeno menším počtem vláken v porovnání s obalovou vrstvou, dochází k vyššímu sevření jádra, vlivem většímu zakroucení stužky vláken, což následně ovlivňuje nárůst zákrutového koeficientu. Graf na (obr. 27) ukázal, že tento nárůst, pak způsobil určité překroucení příze a měl negativní vliv na její pevnost.

Měření potvrdilo tvrzení, že u vyšších průměrů vřetene mají vlákna během v průběhu předení větší svobodu pohybu a výsledná příze má menší sevření vláken ve struktuře, což může vést k celkovému snižování tažnosti.

## **2.3 Odolnost příze v oděru**

Pro zjištění odolnosti příze v oděru byl zvolen přístroj ZWEIGLE ABRASION TESTER G552. Přístroj proměřuje najednou 20 přízí upnutých s předem definovaným napětí pomocí závaží o velikosti 20g pro každou přízi. Brousící válec je pokryt brusným papírem a kmitá v konstantním pohybu a zatěžuje povrch příze konstantním tlakem ve stejném úhlu. Brousící válec kontinuálně rotuje kolem vlastní osy tak, aby odírání příze nebylo sníženo opotřebením brusného papíru. Jakmile dojde k přetržení nitě, napěťové závaží spadne a aktivuje elektronický analyzující modul. Každé přetržení

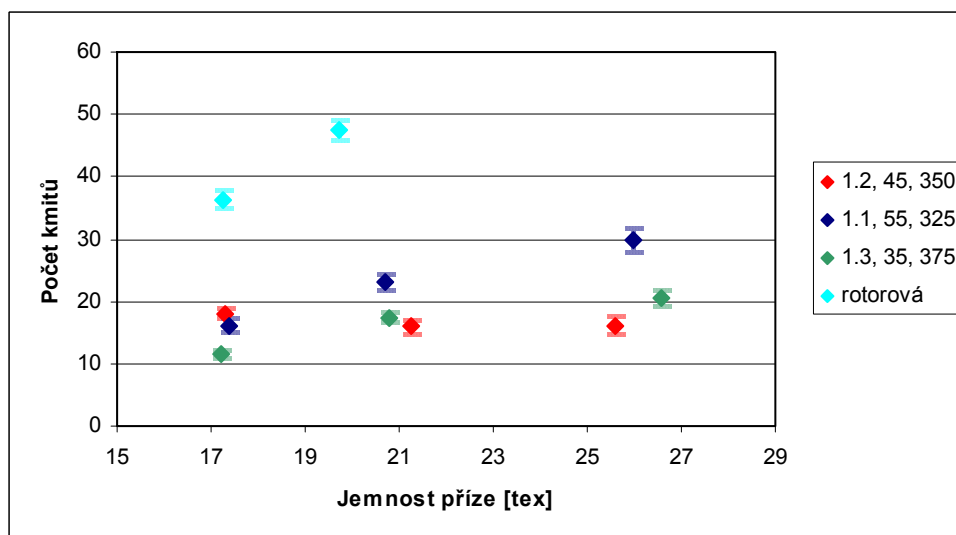
příze je nahráno do počítače s pozicí umístění na testu (1-20), a počtem brusných kmitů do konečné destrukce příze viz (tab. 8).

Po kompletním přetržení jednoho souboru přízí byl vyměněn brusný papír. Standardně je dodáván brusný papír velikosti 210 x 92mm a jemnosti P800. Protože při použití tohoto typu brusného papíru příze velice rychle praskala, bylo provedeno měření s použitím brusného papíru o jemnosti P1200, čím se zvýšil počet kmitů do přetrhu a ve snaze lépe definovat chování příze při zatěžování oděrem.

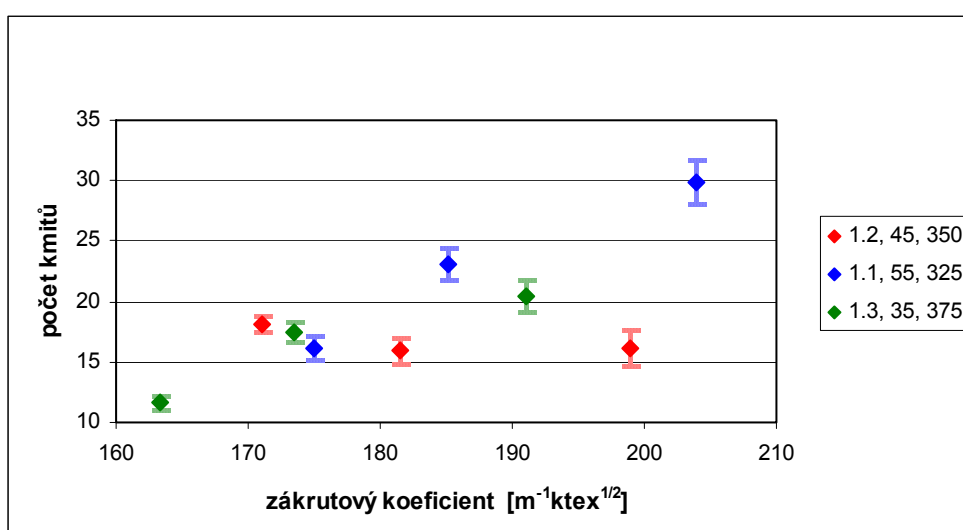
označení příze	Jemnost [tex]	velikost vřetene, průtah, rychlost [m/min]	Počet kmitů (standardní brusný papír)	Počet kmitů (jemný brusný papír)
1-1	16,5	1.2, 45, 350	18,103 <17,402;18,805>	127,367 <115,463;139,269>
2-1	20	1.2, 45, 350	15,883 <14,772;16,995>	164,285 <150,743;177,828>
3-1	25	1.2, 45, 350	16,15 <14,645;17,655>	177,915 <164,010;191,820>
4-1	16,5	1.1, 55, 325	16,186 <15,192;17,181>	142,423 <129,469;155,378>
5-1	20	1.1, 55, 325	23,000 <21,673;24,327>	197,654 <177,717;217,5921>
6-1	25	1.1, 55, 325	29,879 <28,059;31,699>	174,363 <160,269;188,458>
7-1	16,5	1.3, 35, 375	11,576 <10,939;12,213>	124,776 <112,239;137,312>
8-1	20	1.3, 35, 375	17,465 <16,572;18,359>	178,228 <163,926;192,529>
9-1	25	1.3, 35, 375	20,400 <19,095;21,704>	177,344 <162,425;192,264>
rotorová 1	16,5		36,322 <34,933;37,711>	
rotorová 2	20		47,389 <45,736;49,043>	

Tab 8.: Přehled výsledků měření odolnosti v oděru

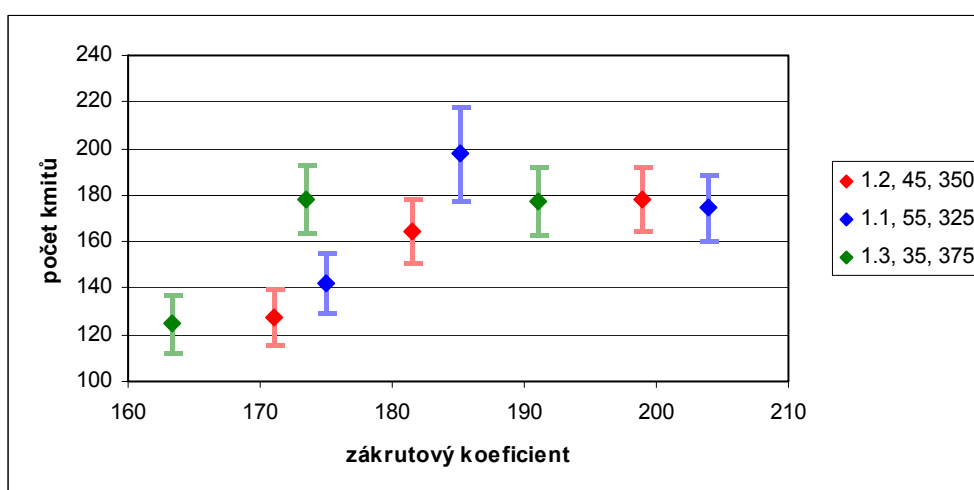




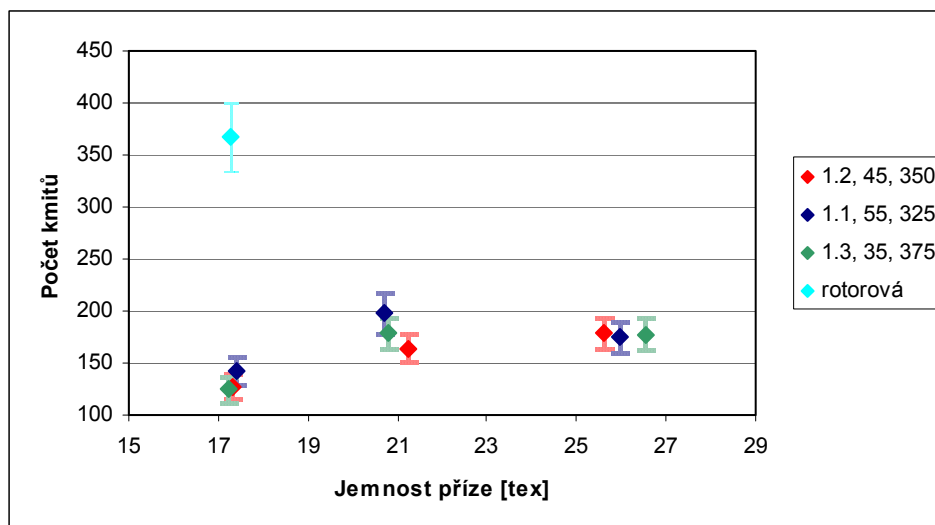
Obr.34: Počet kmitů v závislosti na jemnost příze při použití stand. brusného papíru



Obr. 35: Počet kmitů v závislosti na zákrut. koef. příze při použití standardního brusného papíru



Obr.36: Počet kmitů v závislosti na zák. koef. příze při použitého brusného papíru P1200



Obr.37: Počet kmitů v závislosti na jemnost příze při použitého brusného papíru P1200

### Výsledky:

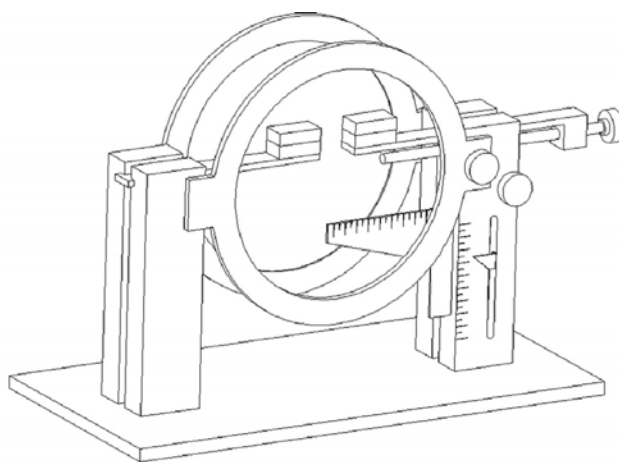
Výsledky měření viz obr. (34,37) jasně ukázaly, že příze vortex má nižší odolnost v oděru v porovnání s přízí rotorovou. To potvrdilo i měření odolnosti příze v oděru za použití jemnější brusného papíru obr. (35, 36). U příze Vortex se nejvyšší odolnost v oděru projevila u příze vyrobení s nejnižším nastavením stroje tj. malého průměru vřetene a rychlosti. Odolnost příze v oděru se zvyšující jemností stoupala.

### Diskuse:

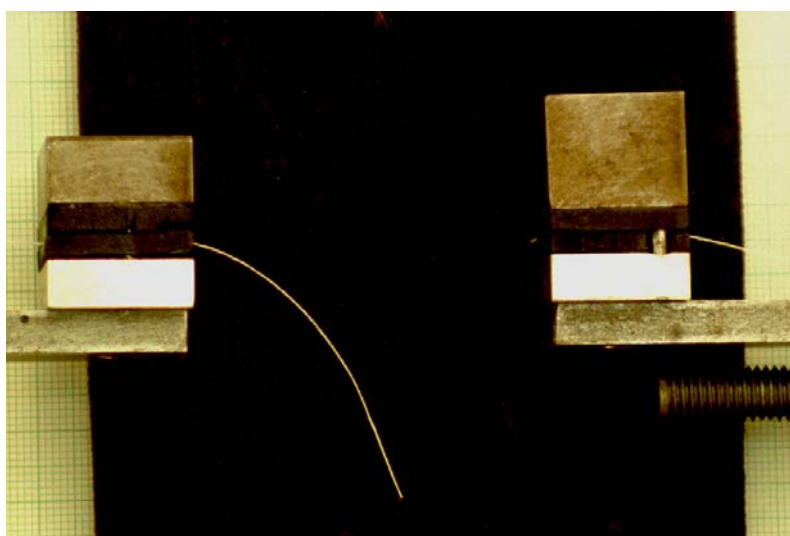
Vysoká odolnost příze rotorové při odírání je dán její neuspořádanou strukturou tvořenou danou spřádací technologií. Důvodem vysoké odolnosti příze Vortex při nízkém procesní nastavení je dáno zvýšeným množstvím obalových vláken ve struktuře příze během spřádání. Samotná struktura příze je při tvořena větším a pevnějším provázání obalových a jádrových přízí, což má pak výsledný vliv při namáhání příze v oděru.

## 2.4 Tuhost v ohybu

Při této zkoušce bylo využito obrazové analýzy na LUCIA G a přístroje (obr.34) na upnutí příze dle interní normy [17]. Příze jen na jednom konci vetknuta a druhý zůstává volný. Působením vlastní tíhy se příze prověsí a následně se nasnímá digitální kamerou. Zdigitalizovaný živý obraz (obr.38), tj. tvar této ohybové křivky, se uloží do počítače. Tento postup se opakuje u všech vzorků. Pro každou přízi bylo provedeno 30 měření. Přičemž upínací délka byla u všech přízí stejná 500 mm. Výsledky sumarizuje tab. (9). Před samotným snímáním bylo nutné provést rozměrovou kalibraci pomocí milimetrového papíru. Nasnímané obrazy byli zpracovány systémem Matlab v programu dle normy [17] pro stanovení ohybové tuhosti a výsledné hodnoty byli statisticky zpracovány v programu QC-Expert.



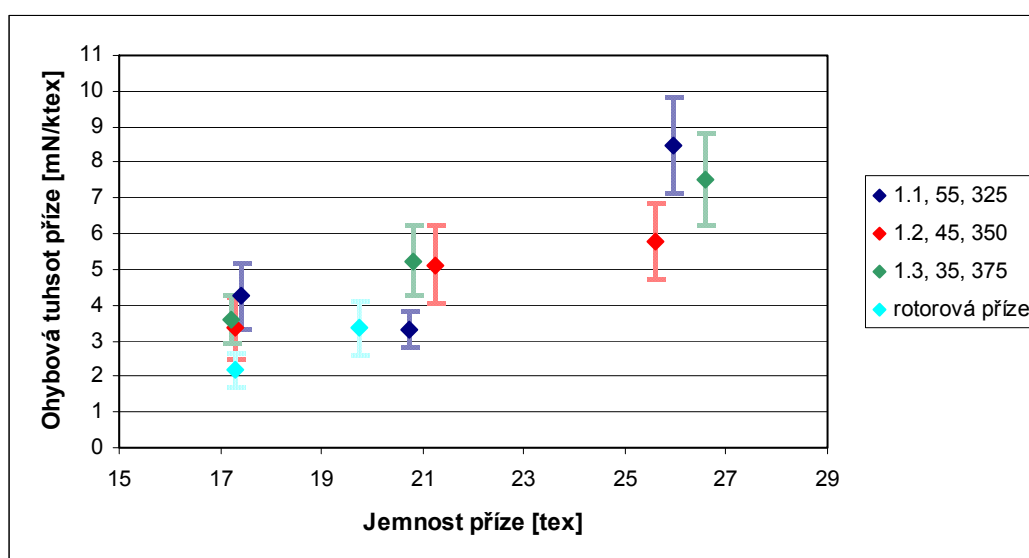
Obr.38 Přístroj pro zjišťování tuhosti v ohybu přízí (převzato [17])



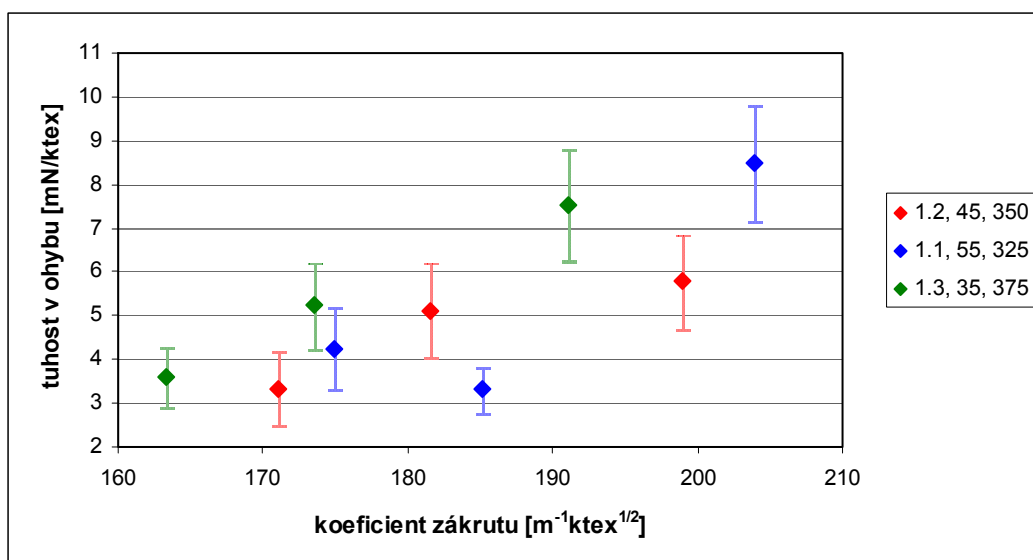
Obr. 39: Digitalizovaný obraz měřené příze

Označení přize	Jemnost [tex]	velikost vřetene, průtah, rychlost [m/min]	Ohybová tuhost přize [mN/ktex]	Variační koeficient [%]
1-1	16,5	1.2, 45, 350	3,343 <2,497;4,187>	65,19
2-1	20	1.2, 45, 350	5,124 <4,046;6,202>	56,32
3-1	25	1.2, 45, 350	5,772 <4,717;6,827>	48,04
4-1	16,5	1.1, 55, 325	4,259 <3,329;5,188>	46,63
5-1	20	1.1, 55, 325	3,305 <2,785;3,824>	39,73
6-1	25	1.1, 55, 325	8,485 <7,141;9,830>	42,44
7-1	16,5	1.3, 35, 375	3,611 <2,936;4,287>	48,24
8-1	20	1.3, 35, 375	5,235 <4,247;6,224>	45,59
9-1	25	1.3, 35, 375	7,516 <6,238;8,793>	43,84
rotorová 1	16,5		2,1665 <1,681;2,652>	51,83
rotorová 2	20		3,346 <2,602;4,091>	58,50

Tab.9: Přehled výsledků měření tuhosti v ohybu



Obr.50: Vliv ohybové tuhosti na jemnost přize



Obr.51: Graf závislosti zákrutového koeficientu na tuhosti příze v ohybu

### Výsledky:

Výsledky viz obr. (50, 51) měření potvrdili, že vortex příze má relativně větší tuhost v porovnání s přízí rotorovou. Nejvyšší tuhost se projevovala u přízí s nejnižším nastavením parametrů stroje. Měření také ukázalo, že s rostoucí jemností a zákrutovým koeficientem se tuhost v ohybu zvyšovala.

### Diskuse:

Důvodem vyšší tažnosti příze Vortex s porovnání s přízí rotorovou je v samotné odlišnosti struktury vortex. Příze vortex má střed tvořen narovnanými jádrovými vlákny, které přízi dodávají určitou tuhost.. Příze s nejvyššími hodnotami odolností v ohybu potvrdzovalo teorii, že u malého průměru vřetene je sevření vláken větší a tím se zvyšuje i její tuhost. Ovšem vzhledem k velikosti variačního koeficientu nelze kvůli vysoké rozptýlenosti dat stanovit jasný závěr.

### 3. ZÁVĚR

Vortex spřádání má dobrou pověst jakožto úspěšná technologie, bohužel dostupné informace o této technologii jsou velice limitovány a většina z nich přichází od samotných výrobců. Informace z nezávislých zdrojů jsou většinou vázané na zkušenosti z optimalizace procesních parametrů v rámci výroby a kvality výrobku.

Hlavním cílem této práce bylo, tímto rozšířit dostupné informace o přízi Vortex příze systematickým zkoumáním funkcí, jenž představovali geometrické, mechanické vlastnosti příze a samotná struktura příze Vortex. Tento záměr byl rozšířen zahrnutím důležitých rozdílů mezi přízemi vyráběným odlišnými technologiemi, jak z hlediska struktury tak kvality.

Rešeršní část této práce byla zaměřena na popsání struktury vortex příze, princip samotného vortex spřádání a jeho porovnání s ostatními systémy. Část práce byla věnována vlivu nastavení procesních parametrů na strukturu a výsledné vlastnosti vypřádané příze. Tento vliv a projev změny ve struktuře byl dále zkoumán v experimentu. Kde byli proměřováno devět cívek příze vortex s různými parametry nastavení stroje. Lze říci, že změna procesních parametrů velmi ovlivňuje výsledné vlastnosti a strukturu příze.

Pozorování a měření parametrů struktury příze odhalilo, že struktura příze je velmi ovlivněna parametry výrobní stroje. Délka stužky vláken a intenzita zákrutového koeficientu vzrůstá, pokud je při výrobě příze použito vřeteno s malým průměrem a vysokou příváděcí rychlostí. Síla sevření jádra obalovou vrstvou vlákenné stužky pak následně ovlivňuje pevnost vazby mezi vlákny příze, což má vliv na výsledné vlastnosti příze.

Spřádací stroj s procesními parametry: malý průměr vřetene (1.1 mm), příváděcí rychlosti (325 min), a průtahu (55) tedy nejvíce ovlivnil všechny měřené vlastnosti příze. Při tomto nastavení se snižovala pevnost příze a zároveň docházelo k zvýšení odolnosti v ohybu, a odolnost v oděru. Příze vyráběna v tomto nastavení stroje je ovlivněna během spřádání sníženým pohybem vláken uvnitř vřetene a těsnější strukturou příze a dochází k zvýšení zákrutů obalové stužky vláken. Naopak při vysokém průměru vřetene (1.3 mm) a vysokých rychlostech (375 m/min) se příze stává objemnější zvyšuje se podíl jádrových vláken k poměru k vláknům obalovým a snižuje se provázání a sevření vláken uvnitř příze. Tím dochází ke snížení tuhosti příze v ohybu, pevnosti v oděru a zvýšení tažnosti.. Při porovnání přízí Vortex s přízemi rotorovými,

nebyli zjištěny výrazné rozdíly z hlediska pevnosti přízí a tuhosti v ohybu. Měření oděru přízí potvrdilo tezi, že příze rotorové mají výrazně vyšší hodnoty oděru v porovnání s přízemi Vortex.

Dá se říci, že změnou parametrů stroje lze získat přízi různých vlastností, dle požadavků zákazníka. Ovšem výsledky měření a uvedené závěry jsou platné pouze pro omezený sortiment Vortex příze se zaměřením na příze viskóзовé. Pro rozšíření znalostí a lepšího pochopení jedinečné struktury příze Vortex a jejího vlivu na vlastnosti příze, je třeba zvětšit oblast měřených přízí, jak z hlediska druhu vlákenného materiálu, tak z hlediska výrobních podmínek příze s ohledem na rychlost trysky a vzdálenosti vstupních válečků od vřetene spřádacího stroje.

## PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY:

- [1] Ing. B. Neckář,: Příze – Tvoba, struktura, vlastnosti 1990
- [2] G.Basal, W. Oxeham,: Comparison of Properties and Structure of Compact and Conventional Spun Yarn, TRJ
- [3] Hryzová L.,: Diplomová práce: Pevnost směsových přízí, 2006
- [4] A.K. Soe, M. Takahashi, M. Nakajima,: Structure and Properties of MVS Yarn in Comparison with Ring Yarn, and Open-End Rotor Spun Yarn, TRJ
- [5] Ing. E. Moučková, Ing. P. Jirásková, prof. Ing. P. Ursíny DrSc,: Výzkumná zpráva – analýza vlastností přízí Votex
- [6] MURATA MACHINERY ltd.: Spinning machina: VORTEX 861
- [7] B. Gusta,: Air Jet Spinning, TRJ and Engeneering Institute
- [8] Dr. J. Mohahzy,: Understanding the Fiber-to-Yarn Conversion System, Part II: Yarn Characteristics
- [9] G. Basal, W. Oxenham,: Vortex Spun Yarn vs Air-Jet Spun Yarn, Autex esearch Journal, 2003
- [10] MURATA MACHINERY ltd,: VORTEX – Yarn Guide Book
- [11] K. Ramachandralu, Bs Dasaradan,: Design and Fabric of Air Jet Notule for Air Vortex Ring Spinning system to reduce Hairness of yarn
- [12] KTM – přednášky: Textilní zkušebnictví II.
- [13] KTM – přednášky: Vybrané kapitoly z textilních vláken – Výroba délkových textilií
- [14] Murata Vortex Spinner – General Katalog
- [15] W. Oxeham,: Fasciated Yarns – A Revolutionary Developmnet?, 2001
- [16] Interní norma č. 12-108-01/01: Definice. Geometrické vlastnosti staplových přízí
- [17] Interní norma č. 22-201-01/01: Ohybová tuhost příze`
- [18] Prof. Ing. B. Neckář,: Morfologie a strukturní mechanika obecných vlákenných útvarů, TUL, 1998
- [19] ČSN EN ISO 2062 Textilie – Nitě na návinech. Zjišťování pevnosti a tažnosti jednotlivých nití při přetrhu.
- [20] Doc. Ing. P. Ursíny, DrSc : Teorie předení II, 1992 Liberec
- [21] Huseyin Gazi Ortlek,: Effect of Spindle Diameter and Spindle working Period on the Properties of 100% viscose MVS yarn, Department of textile Engineering



- [22] Carl A. Lawrence: Fundamentals of spun yarn
- [23] [http://www.ptj.com.pk/Web 2004/08-2004/ComparisonVortexyarn.html](http://www.ptj.com.pk/Web%2004/08-2004/ComparisonVortexyarn.html)
- [24] P.R.Lord: Handbook of yarn production, Textile Institute
- [25] <https://skripta.ft.tul.cz/akreditace/data/2008-07-17/14-56-00.pdf>
- [26] ZKT přednáška: Vlastnosti přízí
- [27] W. Oxenham, G. Basal: Effects of some Process Parametrs on the structure and properties of vortex spun yarn

## PŘÍLOHA 2 – analýza rozptylu délky stužky

Analýza rozptylu - ANOVA			
Název úlohy :	délka stužky		
Celkový průměr :	860,3835398		
Celkový rozptyl :	26990,01843		
Průměrný čtverec :	26882,05836		
Reziduální rozptyl :	27144,76313		
Reziduální součet čtverců :	6650466,967		
Celkový součet čtverců :	6720514,589		
Vysvětlený součet čtverců :	70047,62218		
Počet úrovní faktoru :	5		
Sloupec	Počet hodnot	Efekty faktorů	Průměr úrovně
B	50	-30,8711398	829,5124
C	48	2,091876863	862,4754167
D	51	3,763126863	864,1466667
E	50	20,1204602	880,504
F	51	4,895675882	865,2792157

Test významnosti celkového vlivu faktoru :			
<b>Závěr</b>	Teoretický	Vypočítaný	Pravděpodobnost
<b>Nevýznamný</b>	2,40848837	0,645130166	0,6308189
Párové porovnávání dvojic úrovní			
Srovnávaná dvojice	Rozdíl	<b>Významnost</b>	Pravděpodobnost
1.cívka - 2.cívka	-32,96301667	<b>Nevýznamný</b>	0,91246576
1.cívka - 3.cívka	-34,63426667	<b>Nevýznamný</b>	0,891454953
1.cívka - 4.cívka	-50,9916	<b>Nevýznamný</b>	0,663933827
1.cívka - 5.cívka	-35,76681569	<b>Nevýznamný</b>	0,879445855
2.cívka - 3.cívka	-1,67125	<b>Nevýznamný</b>	0,999999185
2.cívka - 4.cívka	-18,02858333	<b>Nevýznamný</b>	0,990181836
2.cívka - 5.cívka	-2,80379902	<b>Nevýznamný</b>	0,999993553
3.cívka - 4.cívka	-16,35733333	<b>Nevýznamný</b>	0,992822891
3.cívka - 5.cívka	-1,13254902	<b>Nevýznamný</b>	0,999999817
4.cívka - 5.cívka	15,22478431	<b>Nevýznamný</b>	0,994553131

### PŘÍLOHA 3- anlyza rozptylu průměru příze

Analýza rozptylu - ANOVA			
<b>Název úlohy :</b>	<b>průměr příze</b>		
Celkový průměr :	166,2048142		
Celkový rozptyl :	417,797962		
Průměrný čtverec :	416,1064723		
Reziduální rozptyl :	412,1378839		
Reziduální součet čtverců :	99737,3679		
Celkový součet čtverců :	102778,2987		
Vysvětlený součet čtverců :	3040,930762		
Počet úrovní faktoru :	5		
Sloupec	Počet hodnot	Efekty faktorů	Průměr úrovně
A	50	-2,746414184	163,4584
B	48	-0,932939184	165,271875
C	49	-3,775018265	162,4297959
D	50	1,415185816	167,62
E	50	6,039185816	172,244
Test významnosti celkového vlivu faktoru :			
Závěr	Teoretický	Vypočítaný	Pravděpodobnost
Nevýznamný	2,408945466	1,844607643	0,120949814
Párové porovnávání dvojic úrovní			
Scheffého metoda			
Srovnávaná dvojice	Rozdíl	Významnost	Pravděpodobnost
1.cívka - 2.cívka	-1,813475	<b>Nevýznamný</b>	0,995494045
1.cívka - 3.cívka	1,028604082	<b>Nevýznamný</b>	0,999502127
1.cívka - 4.cívka	-4,1616	<b>Nevýznamný</b>	0,901717807
1.cívka - 5.cívka	-8,7856	<b>Nevýznamný</b>	0,324395024
2.cívka - 3.cívka	2,842079082	<b>Nevýznamný</b>	0,975728095
2.cívka - 4.cívka	-2,348125	<b>Nevýznamný</b>	0,987882806
2.cívka - 5.cívka	-6,972125	<b>Nevýznamný</b>	0,577552789
3.cívka - 4.cívka	-5,190204082	<b>Nevýznamný</b>	0,805407365
3.cívka - 5.cívka	-9,814204082	<b>Nevýznamný</b>	0,219498353
4.cívka - 5.cívka	-4,624	<b>Nevýznamný</b>	0,861570938

## PŘÍLOHA 4 – analýza rozptylu úhlu stoupání stužky

Analýza rozptylu - ANOVA			
<b>Název úlohy :</b>	<b>úhel stoupání stužky</b>		
Celkový průměr :	28,16987102		
Celkový rozptyl :	26,08292287		
Průměrný čtverec :	25,97817217		
Reziduální rozptyl :	26,0340982		
Reziduální součet čtverců :	6352,319961		
Celkový součet čtverců :	6468,564871		
Vysvětlený součet čtverců :	116,2449095		
Počet úrovní faktoru :	5		
Sloupec	Počet hodnot	Efekty faktorů	Průměr úrovně
A	50	-1,13067102	27,0392
B	50	0,10792898	28,2778
C	49	9,79E-02	28,2677551
D	50	-8,43E-02	28,0856
E	50	1,00912898	29,179
Test významnosti celkového vlivu faktoru :			
Závěr	Teoretický	Vypočítaný	Pravděpodobnost
Nevýznamný	2,408639476	1,116275554	0,349382835
Párové porovnávání dvojic úrovní			
Scheffého metoda			
Srovnávaná dvojice	Rozdíl	Významnost	Pravděpodobnost
1.cívka - 2.cívka	-1,2386	<b>Nevýznamný</b>	0,83110147
1.cívka - 3.cívka	-1,228555102	<b>Nevýznamný</b>	0,837844334
1.cívka - 4.cívka	-1,0464	<b>Nevýznamný</b>	0,901579395
1.cívka - 5.cívka	-2,1398	<b>Nevýznamný</b>	0,357563478
2.cívka - 3.cívka	0,010044898	<b>Nevýznamný</b>	0,999999999
2.cívka - 4.cívka	0,1922	<b>Nevýznamný</b>	0,999843307
2.cívka - 5.cívka	-0,9012	<b>Nevýznamný</b>	0,940865722
3.cívka - 4.cívka	0,182155102	<b>Nevýznamný</b>	0,999875961
3.cívka - 5.cívka	-0,911244898	<b>Nevýznamný</b>	0,939613501
4.cívka - 5.cívka	-1,0934	<b>Nevýznamný</b>	0,886255876

## PŘÍLOHA 1 - DATA Z MĚŘENÍ PARAMETRŮ STRUKTURY PŘÍZÍ VORTEX POSKYTNUTÉ KTT

označení cívky	jemnost [tex]	rychlost [m/min]	rozměr vřetene [mm]	MDR	T <sub>cel</sub> [tex]	Délka [μm]	Průměr [μm]	Úhel [deg]
1-1	16,5	350	1,2	45	17,31	769,26 <739,26;799,27>	134,13 <128,57;139,70>	25,52 <24,58;26,48>
2-1	20	350	1,2	45	21,23	802,93 <771,03;834,83>	153,43 <147,75;159,12>	27,97 <26,65;29,30>
3-1	25	350	1,2	45	25,60	804,42 <778,52;830,33>	166,31 <161,57;171,07>	30,57 <29,41;31,74>
4-1	16,5	325	1,1	55	17,40	753,94 <718,42;789,47>	141,16 <135,98;146,35>	27,08 <25,72;28,43>
5-1	20	325	1,1	55	20,72	777,466 <775,40;804,53>	151,25 <146,09;156,43>	26,35 <25,05;27,65>
6-1	25	325	1,1	55	25,96	790,32 <762,64;817,96>	165,48 <159,55;171,41>	28,49 <27,19;29,80>
7-1	16,5	375	1,3	35	17,22	803,47 <771,79;835,15>	146,18 <141,47;150,90>	26,35 <25,49;27,21>
8-1	20	375	1,3	35	20,81	831,34 <804,09;858,59>	150,88 <7145,92;155,85>	25,74 <24,66;26,54>
9-1	25	375	1,3	35	26,57	852,89 <822,04;883,74>	162,08 <157,28;166,88>	26,71 <25,87;27,56>
rotorová 1	16,5				17,27			
rotorová 2	20				19,74			